

Computer Networks

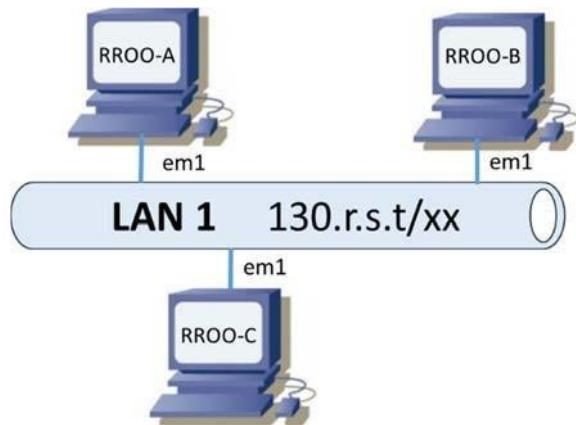
Internet Network Layer

IP6-T(NP): Laboratory Exercises



Ejercicio 1

Consideré la siguiente figura:

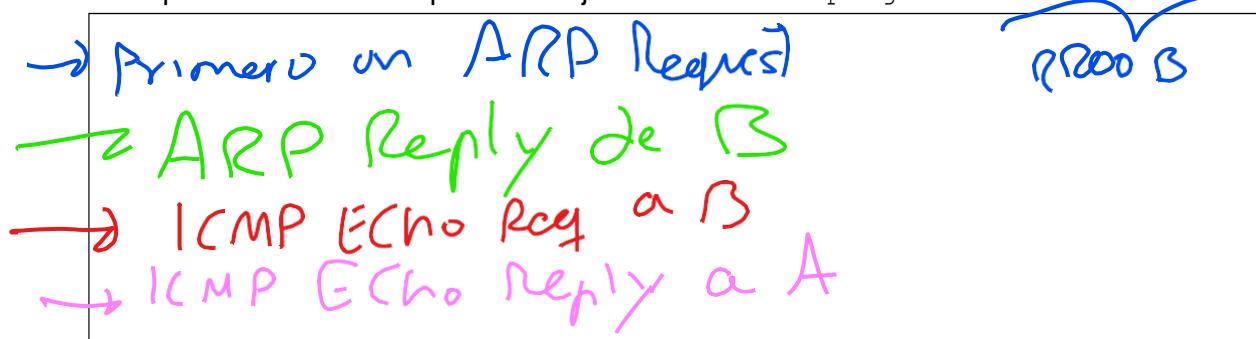


Sabiendo que inicialmente todas las tablas de ARP están vacías y que la asignación de direcciones IP a las interfaces em1 de las distintas máquinas son las siguientes:

Estación (em1)	Dirección IP	Máscara
RROO-A	130.100.1.1	/11
RROO-B	130.111.1.1	/12
RROO-C	130.112.1.1	/13

Se pide:

- A) Indicar, razonando la respuesta, qué mensajes se intercambiarán las máquinas implicadas si en la máquina A se ejecuta el comando ping -c1 130.111.1.1



- B) Indicar, razonando la respuesta, qué mensajes se intercambiarán las máquinas implicadas si en la máquina A se ejecuta el comando ping -c1 130.112.1.1

RROO-A mandaría un ARP Request a todos y respondería RROO-C con un ARP Reply.

Después, RROO-A mandaría un ICMP Request por tener ambas direcciones los 11 primeros bits iguales pero RROO-C no respondería con un ICMP Reply, por no tener ambas direcciones los 13 primeros bits iguales.

Ejercicio 2

Las siguientes figuras muestran la información resultante de la ejecución del comando netstat -4nr en cuatro estaciones conectadas en un entorno similar al utilizado en la práctica IP5-L(P) del laboratorio.

Figura 1: Tabla de rutas de la estación 1

Destination	Gateway	Flags	Netif	Expires
10.0.0.0/30	link#1	U	em0	
10.0.0.1	link#1	UHS	lo0	
20.0.0.0/30	link#2	U	em1	
20.0.0.1	link#2	UHS	lo0	
30.0.0.0/30	link#3	U	em2	
30.0.0.1	link#3	UHS	lo0	
127.0.0.1	link#4	UH	lo0	

Figura 2: Tabla de rutas de la estación 2

Destination	Gateway	Flags	Netif	Expires
10.0.0.0/30	link#1	U	em0	
10.0.0.2	link#1	UHS	lo0	
40.0.0.0/30	link#2	U	em1	
40.0.0.2	link#2	UHS	lo0	
127.0.0.1	link#4	UH	lo0	

Figura 3: Tabla de rutas de la estación 3

Destination	Gateway	Flags	Netif	Expires
30.0.0.0/30	link#1	U	em0	
30.0.0.2	link#1	UHS	lo0	
50.0.0.0/30	link#2	U	em1	
50.0.0.2	link#2	UHS	lo0	
127.0.0.1	link#4	UH	lo0	

Figura 4: Tabla de rutas de la estación 4

Destination	Gateway	Flags	Netif	Expires
20.0.0.0/30	link#2	U	em1	
20.0.0.2	link#2	UHS	lo0	
40.0.0.0/30	link#1	U	em0	
40.0.0.1	link#1	UHS	lo0	
50.0.0.0/30	link#3	U	em2	
50.0.0.1	link#3	UHS	lo0	
127.0.0.1	link#4	UH	lo0	

Basándose en la información anterior y haciendo uso del Anexo que se adjunta en la última página.

Se pide:

- A) Indicar las líneas que se deben incluir en el fichero /etc/rc.conf de la estación 4 para configurar sus interfaces de red.

```
ifconfig_em0="inet 40.0.0.1/30"
ifconfig_em1="inet 20.0.0.2/30"
ifconfig_em2="inet 50.0.0.1/30"
```

- B) Si después de ejecutar el comando ping -c1 50.0.0.2 en la estación 1, se obtiene la siguiente salida:

```
--- 50.0.0.2 ping statistics ---
```

```
1 packets transmitted, 0 packets received, 100% packet loss
```

Indicar el comando que debe ejecutarse y desde qué estación para que ante la ejecución de comando anterior en la estación 1, se obtenga ahora la siguiente salida:

```
--- 50.0.0.2 ping statistics ---
```

```
1 packets transmitted, 1 packets received, 0.0% packet loss
```

```
round trip min/avg/max/stddev = 0.492/0.492/0.000 ms
```

Nota: Suponer que todas las estaciones ya están configuradas como routers.

Desde la estación 1 se podría haber ejecutado cualquiera de los siguientes comandos:

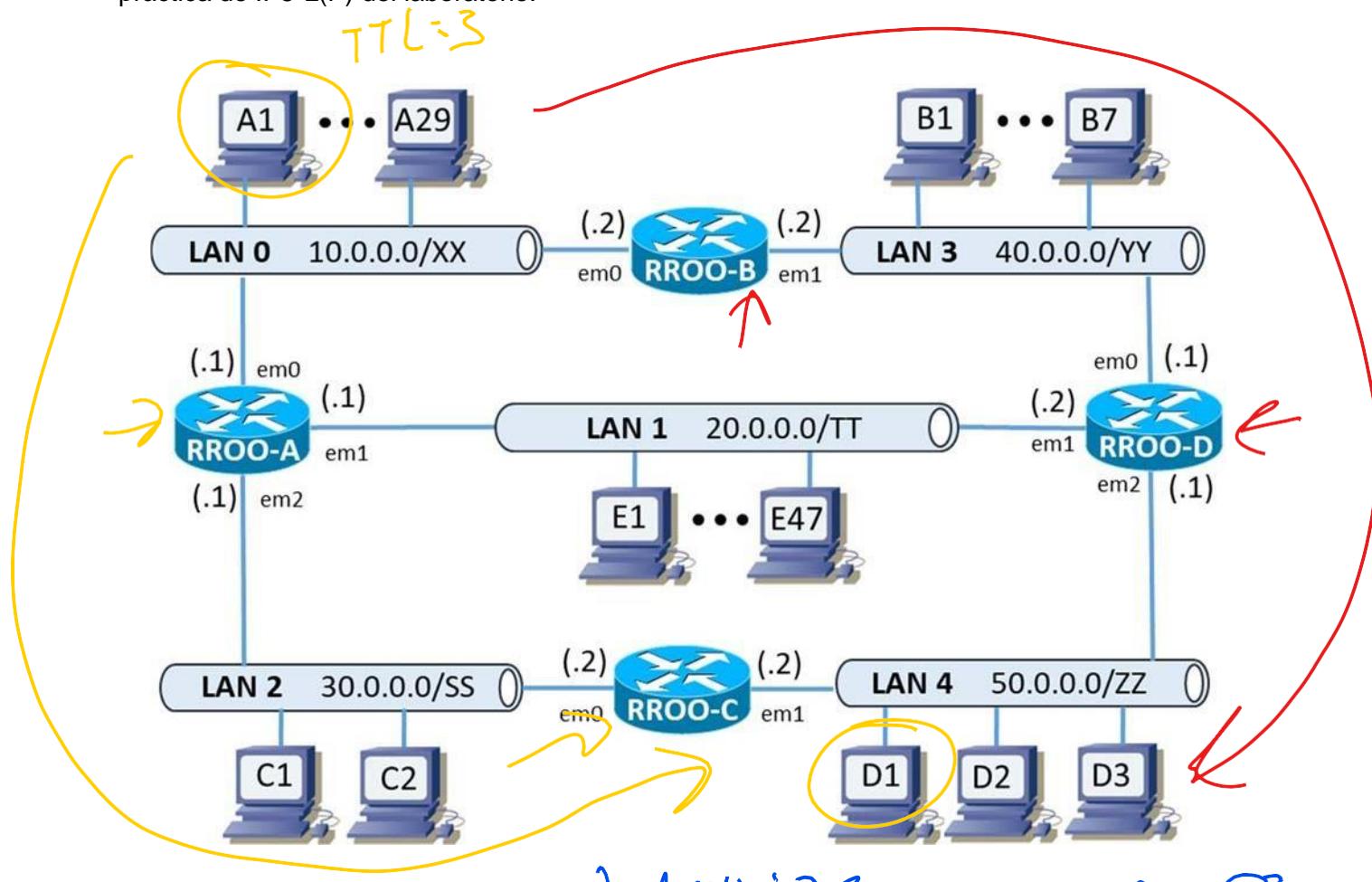
```
route add default 30.0.0.2
route add default 20.0.0.2
route add 50.0.0.0/30 30.0.0.2
route add 50.0.0.0/30 20.0.0.2
```

- C) Indicar qué estaciones deben modificar el fichero /etc/rc.conf y con qué contenido para que desde la estación 1 se pueda alcanzar la red 40.0.0.0/30 a través de la interfaz 10.0.0.2 de la estación 2; y para que desde la estación 4 se pueda alcanzar la red 10.0.0.0/30 a través de la interfaz 40.0.0.2 de la estación 2.

```
Fichero /etc/rc.conf de la estación 1:  
static_routes="lan3"  
route_lan3="net 40.0.0.0/30 10.0.0.2"  
Fichero /etc/rc.conf de la estación 4:  
static_routes="lan0"  
route_lan0="net 10.0.0.0/30 40.0.0.2"
```

Ejercicio 3

Las redes de la figura, que utilizan el protocolo IP, son una ampliación de las utilizadas en la práctica de IP5-L(P) del laboratorio.



Basándose en este esquema de red.

$$\begin{aligned} \text{LAN 1: } & 29 + R_A + R_B + R_C = 33 \\ & 32 - 6 = 26 \end{aligned}$$

-5-

Handwritten notes below the equation:

- $47 + R_A + R_B + R_C = 51$
- $32 - 6 = 26$
- $\begin{array}{|c|c|} \hline 00 & 00 00 \\ \hline 11 & 11 11 \\ \hline \checkmark G3 & \end{array}$

$$\begin{aligned} \text{LAN 2: } & 6 \rightarrow 36 \\ & 32 - 3 = 29 \end{aligned}$$

Handwritten notes below the equation:

- $\begin{array}{|c|c|} \hline 00 & 00 \\ \hline 11 & 11 \\ \hline \checkmark G3 & \end{array}$

Se pide:

- A) Indicar la máscara de red necesaria para dar servicio a todos los equipos conectados en cada una de las subredes (LAN0...LAN4), así como las direcciones de broadcast de cada una de ellas.

LAN4
 $7 \rightarrow 36\text{ bits}$
 $32-3=29$
 $\begin{array}{|c|c|} \hline & 000 \\ \hline 111 & \end{array}$
 $\begin{array}{|c|c|} \hline & 7 \\ \hline \end{array}$

Subred	Máscara de Red	Dirección de broadcast
LAN0	10.0.0.0/26	10.0.0.63
LAN1	20.0.0.0/26	20.0.0.63
LAN2	30.0.0.0/29	30.0.0.0.7
LAN3	40.0.0.0/28	40.0.0.0.15
LAN4	50.0.0.0/19	50.0.0.0.7

LAN3
 $11 \rightarrow 4\text{ bits}$
 $32-4=28$
 $\begin{array}{|c|c|} \hline & 0000 \\ \hline 1111 & \end{array}$
 $\begin{array}{|c|c|} \hline & 15 \\ \hline \end{array}$

- B) Indicar, justificando la respuesta, el valor que tendrá el campo TTL de un datagrama IP que llegue al equipo D1 procedente del equipo A1 y que ha sido generado con un valor TTL=3.

En las 2 Rutas se encuentra 2 routers por lo que TTL = 1

Considerar a partir de este punto que se han cambiado, por condiciones operativas, todas las máscaras de red a /24.

- C) Indicar los comandos que habría que ejecutar en todos los routers para activar OSPF, de forma que todas las subredes pertenezcan al área 0.

```
Hello, this is Quagga (version 0.99.24.1).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.
```

User Access Verification

```
Password:
RR00-A> enable
RR00-A# configure terminal
RR00-A(config)# router ospf
RR00-A(config-router)#

```

• Maquina A
 network 10.0.0.0/24 area 0
 network 20.0.0.0/24 area 0
 network 30.0.0.0/24 area 0

• Maquina B
 network 10.0.0.0/24 area 0
 network 40.0.0.0/24 area 0

• Maquina C
 network 30.0.0.0/24 area 0
 network 50.0.0.0/24 area 0

• Maquina D
 network 50.0.0.0/24 area 0 network 40.0.0.0/24 area 0
 network 20.0.0.0/24 area 0

- D) Indicar qué posibles comandos habría que ejecutar en Quagga, modificando el coste de los enlaces en los distintos routers, para que los datagramas IP que se envíen desde el router RROO-C hacia la interfaz em1 del router RROO-B, sigan el trayecto LAN2-LAN1-LAN3

Nota: Tener en cuenta que las respuestas desde RROO-B a RROO-C deben seguir el camino inverso.

Nota: El formato de los comandos Quagga para cambiar el coste de un enlace es el siguiente:

```
interface <nombre_de_la_interface>
  ip ospf cost <valor_del_coste>
```

• A:
 interface em0
 ip ospf cost 30

• D:
 interface em2
 ip ospf cost 30

• B:
 interface em0
 ip ospf cost 30

• C:
 interface em1
 ip ospf cost 30

Ejercicio 4

El siguiente esquema muestra una red en la que se ha configurado el protocolo de encaminamiento dinámico OSPF, de una forma similar a como se hizo en la práctica del laboratorio.



A continuación, se han ejecutado los comandos `show ip ospf interface` y `show ip ospf neighbor` en el Router A, obteniendo los siguientes resultados:

Véanse

Figura 1: `show ip ospf interface` en el Router A

```

em0 is up
  ifindex 1, MTU 1500 bytes, BW 0 Kbit <UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST>
  Internet Address 172.20.0.2/30, Broadcast 172.20.0.3, Area 0.0.0.0
  MTU mismatch detection:enabled
  Router ID 172.21.0.2, Network Type BROADCAST, Cost: 10
  Transmit Delay is 1 sec, State Backup, Priority 1
  Designated Router (ID) 172.24.0.1, Interface Address 172.20.0.1
  Backup Designated Router (ID) 172.21.0.2, Interface Address 172.20.0.2
  Multicast group memberships: OSPFAllRouters OSPFDesignatedRouters
  Timer intervals configured, Hello 10s, Dead 40s, Wait 40s, Retransmit 5
    Hello due in 5.586s
  Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1
em1 is up
  ifindex 2, MTU 1500 bytes, BW 0 Kbit <UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST>
  Internet Address 172.21.0.2/30, Broadcast 172.21.0.3, Area 0.0.0.0
  MTU mismatch detection:enabled
  Router ID 172.21.0.2, Network Type BROADCAST, Cost: 10
  Transmit Delay is 1 sec, State Backup, Priority 1
  Designated Router (ID) 172.24.0.2, Interface Address 172.21.0.1
  Backup Designated Router (ID) 172.21.0.2, Interface Address 172.21.0.2
  Multicast group memberships: OSPFAllRouters OSPFDesignatedRouters
  Timer intervals configured, Hello 10s, Dead 40s, Wait 40s, Retransmit 5
    Hello due in 5.586s
  Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1
  
```

Figura 2: `show ip ospf neighbor` en el Router A.

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface	RXmtL	RqstL	DBsmL
172.24.0.1	1	Full/DR	39.043s	172.20.0.1	em0:172.20.0.2	0	0	0
172.24.0.2	1	Full/DR	36.870s	172.21.0.1	em1:172.21.0.2	0	0	0

Basándose en la información anterior.

Se pide:

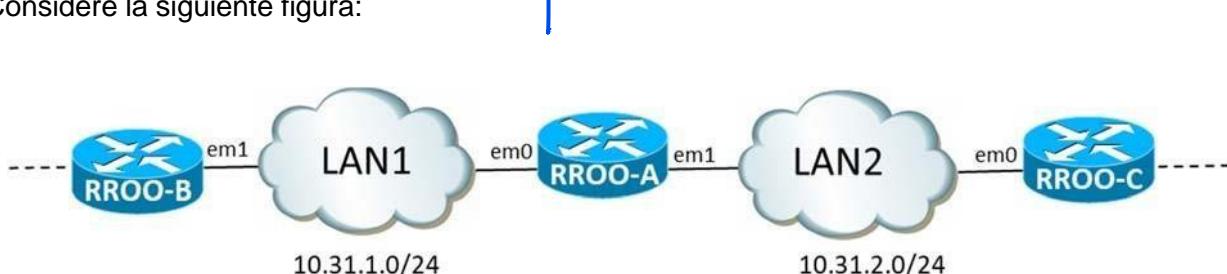
Completar la información de las siguientes tablas:

Router	ID-Router	Dir. IP (em0)	Dir. IP (em1)
RouterA	172.21.0.2	172.20.0.2/30	172.21.0.1/30
RouterB	172.24.0.1	172.20.0.1	
RouterC	172.24.0.2	172.21.0.1	

Subred	Dirección de red / Máscara
LAN1	172.20.0.0/30
LAN2	172.21.0.0/30

Ejercicio 5

Considere la siguiente figura:



Se pide:

A) Completar la siguiente tabla, sabiendo que:

- Las interfaces ~~em0~~ tienen la dirección IP más baja y las ~~em1~~ la más alta de las asignables para cada subred.
- Los tres primeros bytes de la dirección MAC son 0x00, 0x50 y 0x56 y que son únicas en el escenario.

Estación	Interfaz	Dirección IP	Dirección MAC
RROO-A	em0	10.31.1.1	00:50:56:aa:aa:00
	em1	10.31.1.254	00:50:56:aa:aa:11
RROO-B	em1	10.31.1.254	00:50:56:bb:bb:11
RROO-C	em0	10.31.2.1	00:50:56:cc:cc:00

$$32 - 24 = 8 \text{ bits}$$

LAN2 → 8 bits

Broadcast → 255

-9-

255 → 3

Nota: Para resolver los siguientes apartados considere que las direcciones IP asociadas a las interfaces de los routers son las siguientes:

Estación	Interfaz	Dirección IP
RROO-A	em0	10.31.1.5
	em1	10.31.2.10
RROO-B	em1	10.31.1.10
RROO-C	em0	10.31.2.5

- B) Escribir los comandos que se deben teclear para configurar los parámetros IP de la interfaz em1 de RROO-B.

ifconfig em1 10.31.1.10/24

- C) Escribir las líneas del fichero /etc/rc.conf que se deben modificar para configurar de forma permanente los parámetros IP de las interfaces em0 y em1 de RROO-A.

*ifconfig_em0="inet 10.31.1.5/24"
ifconfig_em1="inet 10.31.2.10/24"*

Suponer que a partir de este punto se han configurado adecuadamente todas las interfaces de RROO-A, RROO-B y RROO-C.

Se desea tener interconectividad entre la interfaz em1 de RROO-B y la interfaz em0 de RROO-C. Para ello,

Se pide:

- D) Escribir el comando o comandos necesarios para habilitar la función de routing en RROO-B.

sysctl net.inet.ip.forwarding=1

- E) Escribir la línea o líneas del fichero /etc/rc.conf que se deben modificar para habilitar la función de routing en RROO-A.

Se ha de quitar el comentario de la línea: gateway_enable="YES"

- F) Indicar **razonadamente** si, para que se pueda completar un ping entre las interfaces em1 de RROO-B y em0 RROO-C, es necesario activar la función de routing en RROO-C.

No, dado que en la realización de un ping entre esas interfaces RROO-C no actúa como router.
Tampoco habría sido necesario activar la funcionalidad de routing en RROO-B

- G) Escribir los comandos que se deben ejecutar en cada uno de los routers (RROO-A, RROO-B y RROO-C) para añadir las rutas estáticas que permitan que se complete un ping entre las interfaces em1 de RROO-B y em0 RROO-C.

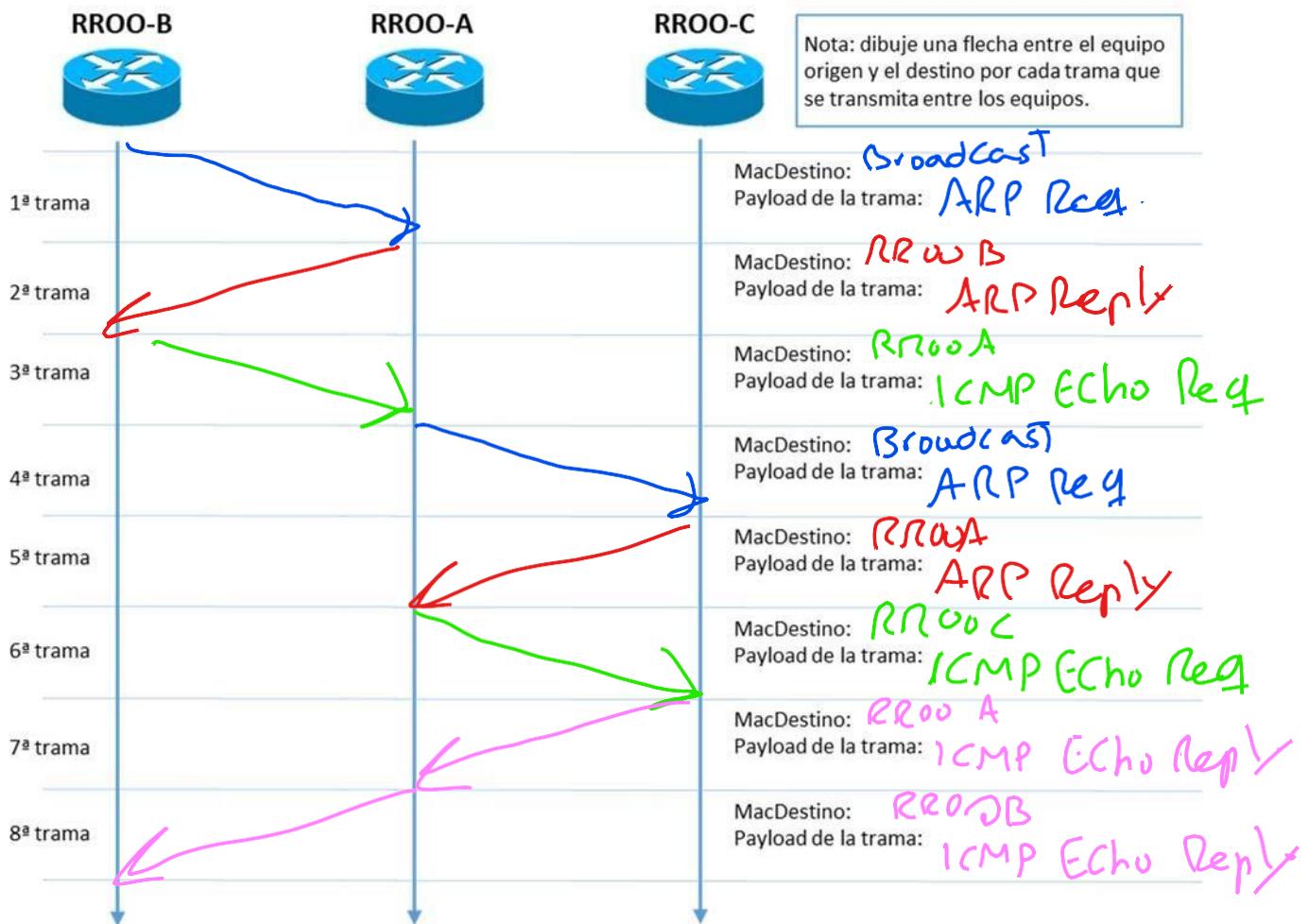
En RROO-B:
route add 10.31.2.0/24 10.31.1.5
o bien:
route add default 10.31.1.5
En RROO-C
route add 10.31.1.0/24 10.31.2.10
o bien
route add default 10.31.2.10

- H) Escribir las modificaciones que, de manera alternativa a lo pedido en el apartado anterior, se deben hacer en los ficheros /etc/rc.conf de cada uno de los routers para añadir las rutas estáticas que permitan que se complete un ping entre las interfaces em1 de RROO-B y em0 RROO-C.

En RROO-B
static_routes="lan2"
route_lan2="-net 10.31.2.0/24 10.31.1.5"
o bien
defaultrouter="10.31.1.5"
En RROO-C
static_routes="lan1"
route_lan1="-net 10.31.1.0/24 10.31.2.10"
o bien
defaultrouter="10.31.2.10"

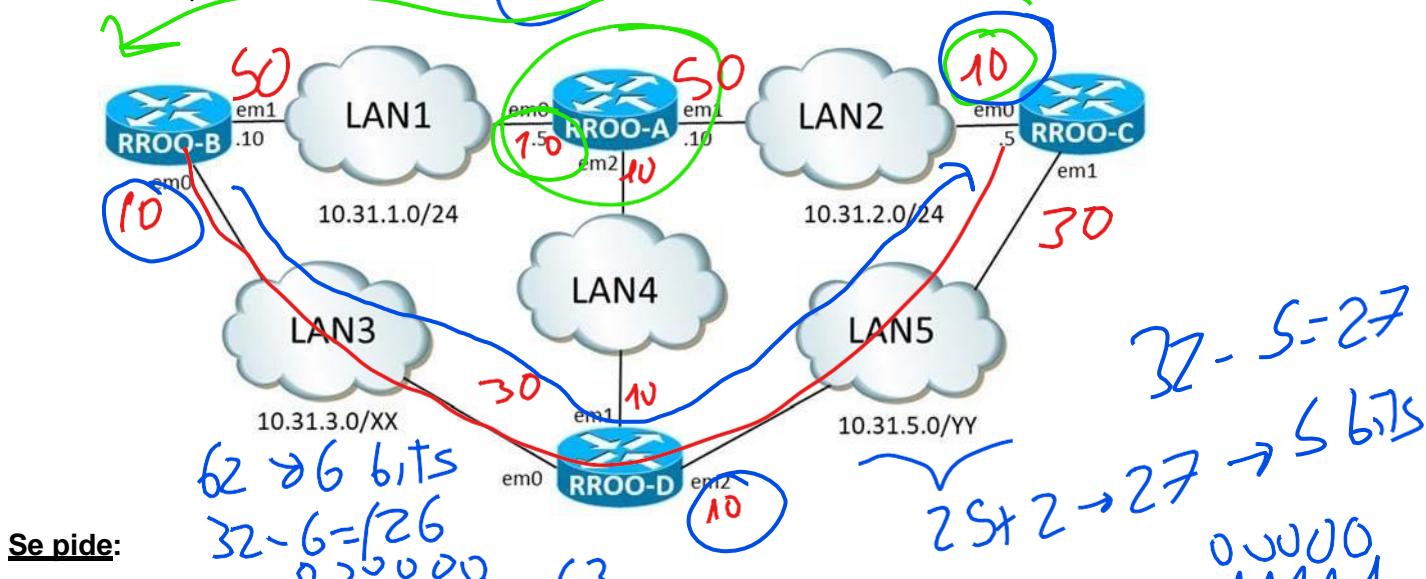
- I) Representar sobre la siguiente figura todas las tramas Ethernet que intercambian los equipos, tras haberse ejecutado de forma exitosa en RROO-B el comando ping -c1 10.31.2.5 → **RROO C**

Nota: En cada trama debe indicar el contenido del payload de la trama: ARP o IP+ICMP+tipo-de-ICMP y si es petición o respuesta. Suponga además que la tabla de ARP de todas las máquinas está vacía.



Ejercicio 6

La red que se muestra en la siguiente figura es una ampliación de la utilizada en el ejercicio anterior, en la que todos los routers están adecuadamente configurados y en la que todas las interfaces pertenecen al área 0 de OSPF.



Se pide:

- A) Indicar la longitud (**en bits**) del prefijo de subred de LAN3 y LAN5 y su dirección de broadcast si el número de equipos que tienen conectados es 60 y 25 respectivamente (incluyendo los routers).

Subred	Longitud en bits del prefijo	Dirección de broadcast
LAN3	10.31.3.0/26	10.31.3.63
LAN5	10.31.5.0/27	10.31.31

- B) Completar la siguiente tabla con los valores indicados. Estos valores se han de obtener a partir de la información resultante de la ejecución en RROO-A de los comandos show ip ospf neighbor y show ip ospf interface mostrados en las Figuras 1 y Figura 2.

Dirección de red (prefijo de red y longitud del prefijo) de LAN4	Dirección IP de la interfaz em2 de RROO-A	Dirección IP de la interfaz em1 de RROO-D
10.31.4.0/30	10.31.4.2	10.31.4.1

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface	RXmtL	RqstL	DBsmL
10.31.3.2	1	Full/Backup	39.803s	10.31.1.10	em0:10.31.1.5	0	0	0
10.31.5.2	1	Full/DR	36.368s	10.31.2.5	em1:10.31.2.10	0	0	0
10.31.5.1	1	Full/DR	39.804s	10.31.4.1	em2:10.31.4.2	0	0	0

Figura 1.- Resultado de ejecutar el comando show ip ospf neighbor en RROO-A

Figura 2.- Resultado de ejecutar show ip ospf interface en RROO-A

```

em0 is up
  ifindex 1, MTU 1500 bytes, BW 0 Kbit <UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST>
  Internet Address 10.31.1.5/24, Broadcast 10.31.1.255, Area 0.0.0.0
  MTU mismatch detection:enabled
  Router ID 10.31.4.2, Network Type BROADCAST, Cost: 10
  Transmit Delay is 1 sec, State DR, Priority 1
  Designated Router (ID) 10.31.4.2, Interface Address 10.31.1.5
  Backup Designated Router (ID) 10.31.3.2, Interface Address 10.31.1.10
  Saved Network-LSA sequence number 0x80000002
  Multicast group memberships: OSPFAllRouters OSPFDesignatedRouters
  Timer intervals configured, Hello 10s, Dead 40s, Wait 40s, Retransmit 5
    Hello due in 8.564s
  Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1
em1 is up
  ifindex 2, MTU 1500 bytes, BW 0 Kbit <UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST>
  Internet Address 10.31.2.10/24, Broadcast 10.31.2.255, Area 0.0.0.0
  MTU mismatch detection:enabled
  Router ID 10.31.4.2, Network Type BROADCAST, Cost: 50
  Transmit Delay is 1 sec, State Backup, Priority 1
  Designated Router (ID) 10.31.5.2, Interface Address 10.31.2.5
  Backup Designated Router (ID) 10.31.4.2, Interface Address 10.31.2.10
  Multicast group memberships: OSPFAllRouters OSPFDesignatedRouters
  Timer intervals configured, Hello 10s, Dead 40s, Wait 40s, Retransmit 5
    Hello due in 9.121s
  Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1
em2 is up
  ifindex 3, MTU 1500 bytes, BW 0 Kbit <UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST>
  Internet Address 10.31.4.2/30, Broadcast 10.31.4.3, Area 0.0.0.0
  MTU mismatch detection:enabled
  Router ID 10.31.4.2, Network Type BROADCAST, Cost: 10
  Transmit Delay is 1 sec, State Backup, Priority 1
  Designated Router (ID) 10.31.5.1, Interface Address 10.31.4.1
  Backup Designated Router (ID) 10.31.4.2, Interface Address 10.31.4.2
  Multicast group memberships: OSPFAllRouters OSPFDesignatedRouters
  Timer intervals configured, Hello 10s, Dead 40s, Wait 40s, Retransmit 5
    Hello due in 5.488s
  Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1

```

C) Indicar los comandos que habría que ejecutar en RROO-A para activar OSPF, de forma que todas las subredes pertenezcan al área 0.

```
Hello, this is Quagga (version 0.99.24.1).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.
```

```
User Access Verification
```

```
Password:
```

```
RROO-A> enable
RROO-A# configure terminal
RROO-A(config)# router ospf
RROO-A(config-router)#
```

```
network 10.31.10.0/24 area 0
network 10.31.20.0/24 area 0
network 10.31.90.0/24 area 0
```



Suponer que, tras haberse conectado a Quagga y tecleado la password, se han tecleado los siguientes comandos en los routers que se indican:

En RROO-A:

```
enable
configure terminal
interface em1
ip ospf cost 50
```

En RROO-B:

```
enable
configure terminal
interface em1
ip ospf cost 50
```

En RROO-C:

```
enable
configure terminal
interface em1
ip ospf cost 30
```

En RROO-D:

```
enable
configure terminal
interface em0
ip ospf cost 30
```

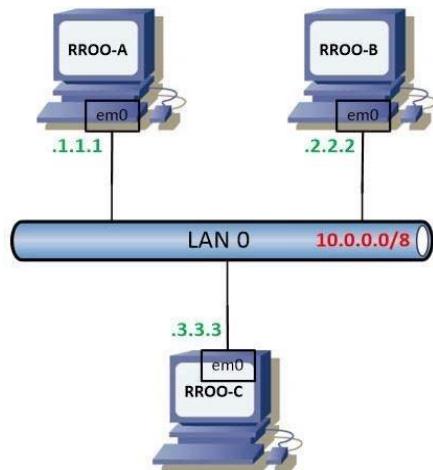
- D) Describir el recorrido que realizarían los datagramas IP generados entre los equipos RROO-B y RROO-C tras haberse ejecutado de forma exitosa en la máquina RROO-B el comando `ping -c1 10.31.2.5`

Nota: Se debe indicar tanto para la ida como para la vuelta.

ID A: B → LAN 3 → D → LAN 5 → C
 Vuelta: C → LAN 2 → A → LAN 1 → B

Ejercicio 7

Se pretende desplegar una red similar a la utilizada en el laboratorio, compuesta por tres equipos conectados entre sí a través de una LAN como muestra la figura:



Inicialmente, los equipos están configurados con una configuración antigua y que no tiene por qué coincidir con la configuración deseada.

Para comprobar esta configuración, se ejecuta comando `ifconfig` en uno de los equipos, obteniéndose el siguiente resultado:

Teniendo en cuenta esta información,

```
em0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
    options=9b<RXCSUM,TXCSUM,VLAN_MTU,VLAN_HWTAGGING,VLAN_HWCSUM>
    ether 00:50:56:bb:bb:00
    inet 20.0.0.2 netmask 0xffffffff broadcast 20.0.0.7
        nd6 options=29<PERFORMNUD,IFDISABLED,AUTO_LINKLOCAL>
        media: Ethernet autoselect (1000baseT <full-duplex>)
        status: active
em1: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
    options=9b<RXCSUM,TXCSUM,VLAN_MTU,VLAN_HWTAGGING,VLAN_HWCSUM>
    ether 00:50:56:bb:bb:11
    inet 10.3.3.3 netmask 0xffffffff00 broadcast 10.255.255.255
        nd6 options=29<PERFORMNUD,IFDISABLED,AUTO_LINKLOCAL>
        media: Ethernet autoselect (1000baseT <full-duplex>)
        status: active
em2: flags=8802<BROADCAST,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 1500
    options=9b<RXCSUM,TXCSUM,VLAN_MTU,VLAN_HWTAGGING,VLAN_HWCSUM>
    ether 00:50:56:bb:bb:22
    nd6 options=29<PERFORMNUD,IFDISABLED,AUTO_LINKLOCAL>
    media: Ethernet autoselect
    status: no carrier
lo0: flags=8049<UP,LOOPBACK,RUNNING,MULTICAST> metric 0 mtu 16384
    options=600003<RXCSUM,TXCSUM,RXCSUM_IPV6,TXCSUM_IPV6>
    inet6 ::1 prefixlen 128
    inet6 fe80::1%lo0 prefixlen 64 scopeid 0x4
    inet 127.0.0.1 netmask 0xff000000
        nd6 options=21<PERFORMNUD,AUTO_LINKLOCAL>
```

Se pide:

- A) Indicar cuántas interfaces están conectadas en ese equipo, cuáles son y qué comando habría que ejecutar para cambiar la dirección IP de la interfaz em0.

**Hay dos interfaces conectadas, em0 y em1
ifconfig em0 10.2.2.2/8**

- B) Indicar qué interfaces se deberían dejar activas en ese equipo para implementar la arquitectura deseada, así como el/los comando/s que habría que ejecutar para conseguirlo.

**Deberíamos dejar sólo conectada la interfaz em0, ya que es la que se indica en el
esquema. Habría que deshabilitar la interfaz em1 con el comando ifconfig em1
down**

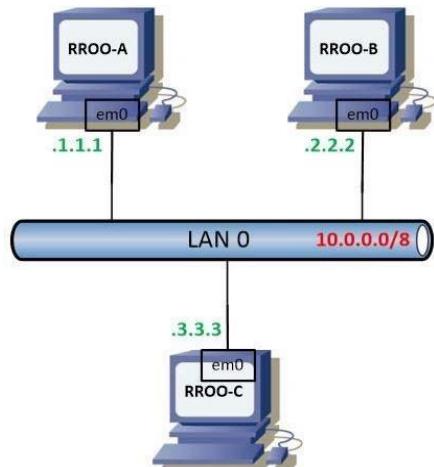
- C) Indicar las acciones que se deberían realizar en la aplicación VmWare para desconectar la/las interfaces que no deban estar activas.

Nota: Suponer que la máquina virtual está parada.

**Habrá que acceder a la configuración de la interfaz, en las propiedades de la
máquina virtual, y desmarcar “Device Status->Connected” y “connect at power on”**

Ejercicio 8

El esquema de la figura muestra una red, similar a la utilizada en el laboratorio, compuesta por tres equipos conectados entre sí a través de una LAN.



Sabiendo que la siguiente captura se ha realizado en uno de los equipos de esta red:

Wireshark capture from em0:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000000	00:50:56:aa:aa:00	ff:ff:ff:ff:ff:ff	ARP	60	Req Who has 10.3.3.3? Tell 10.1.1.1
2	0.000050000	00:50:56:cc:cc:00	00:50:56:aa:aa:00	ARP	42	10.3.3.3 is at 00:50:56:cc:cc:00
3	0.000193000	10.1.1.1	10.3.3.3	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x8306, seq=0
4	0.000234000	10.3.3.3	10.1.1.1	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x8306, seq=0

Handwritten annotations:

- Blue circle around the first ARP request (Row 1): "Se pide: MAC A"
- Blue circle around the second ARP response (Row 2): "MAC A"
- Blue arrow pointing from the first ARP request to the second ARP response: "MAC A"
- Blue arrow pointing from the second ARP response to the ICMP echo request (Row 3): "MAC A"
- Blue arrow pointing from the second ARP response to the ICMP echo reply (Row 4): "MAC A"
- Blue arrow pointing from the second ARP response to the right: "A"

- A) Indicar las direcciones MAC e IP del dispositivo en el que se ha realizado la captura anterior.

No se puede saber

- B) Indicar, para la primera trama capturada, el protocolo de nivel superior, el tipo de PDU y el dato que se está solicitando.

Es un ARP Req de A, está solicitando la IP 10.3.3.3
 ↓ Protocolo ↓ Tipo

- C) Indicar a qué equipo/s de la red llegaría la trama anterior.

A Todas ya que se envía a Broadcast.

En un instante dado, la caché ARP de uno de los equipos de la red presenta el siguiente contenido:

PC	MAC	→ 20min
? (10.3.3.3) at 00:50:56:cc:cc:00 on em0 expires in 1194 seconds [ethernet]		
? (10.1.1.1) at 00:50:56:aa:aa:00 on em0 permanent [ethernet]		
IP1	MAC1	Destinatario

- D) Indicar a qué equipo de la red pertenece esta caché ARP.

Pertenece a la máquina A

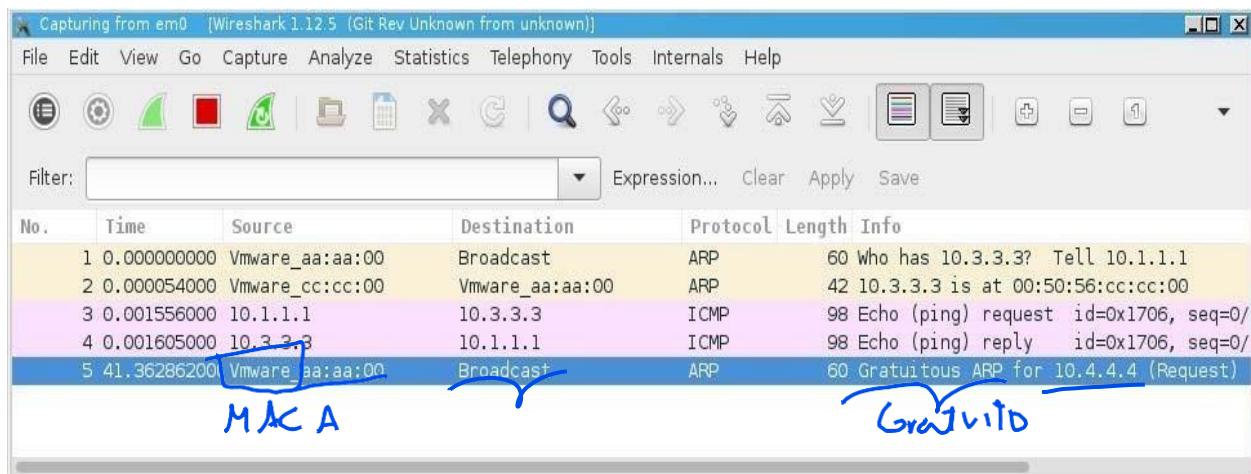
- E) Indicar el comando que se ha ejecutado y desde qué equipo se ha hecho, teniendo en cuenta toda la información conocida hasta este momento. (3 puntos)

Maq. A : ping -c1 10.3.3.3

- F) Indicar cuál será el contenido de la caché ARP anterior después de 20 minutos sin que se haya generado ningún tipo de tráfico. (2 puntos)

10.1.1.1 at 00:50:56:aa:aa:00 in em0

La siguiente figura muestra otra captura realizada en la red anterior:



- G) Indicar qué evento ha podido provocar el envío de la trama nº 5.

ARP Gratuito → Una máquina ha cambiado su dr. MAC/IP

- H) Indicar en qué equipo se ha podido producir el evento anterior, así como sus direcciones MAC e IP actuales.

Ha sido MAC A ya que es el source.
IP A: 10.4.4.4
MAC A: No ha cambiado

Ejercicio 9

En una red formada por 4 equipos, se sabe que:

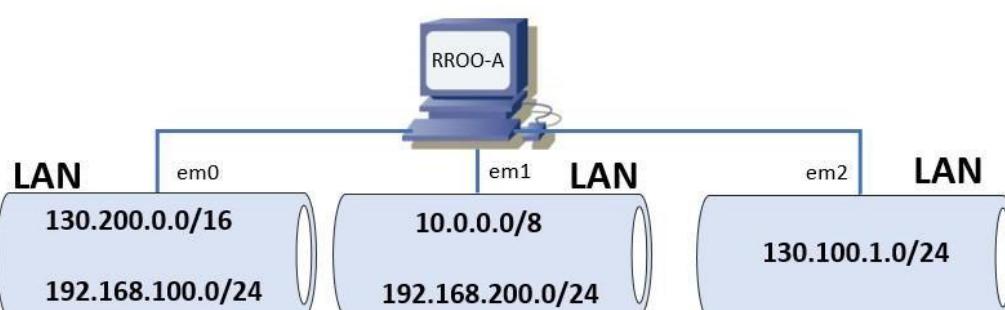
- El equipo A puede comunicarse con los equipos B, C y D.
- Las direcciones IP asignadas a los equipos A, B, C y D siguen el mismo criterio que en la práctica IP3, es decir, terminan en unos, doses, treses y cuatros respectivamente.
- En la asignación de algunas de estas direcciones se ha utilizado la opción alias vista en el laboratorio.
- Las tablas ARP de los cuatro equipos están actualizadas.

Teniendo en cuenta además, que la siguiente información se ha obtenido del equipo A:

[root@RROO-A ~]# netstat -4nr Routing tables				
Internet:				
Destination	Gateway	Flags	Netif	
Expire				
10.0.0.0/8	link#2	U	em1	
10.1.1.1	link#2	UHS	lo0	
127.0.0.1	link#5	UH	lo0	
130.100.1.0/24	link#3	U	em2	
130.100.1.1	link#3	UHS	lo0	
130.200.0.0/16	link#1	U	em0	
130.200.1.1	link#1	UHS	lo0	
192.168.100.0/24	link#1	U	em0	
192.168.100.1	link#1	UHS	lo0	
192.168.200.0/24	link#2	U	em1	
192.168.200.1	link#2	UHS	lo0	

Se pide:

- A) Dibujar todas las subredes a las que está conectado el equipo A, indicando para cada una de ellas la dirección IP, la máscara y el nombre de la interfaz a la que está conectada.



- B) Indicar, al ejecutar los siguientes comandos, cuántas PDU se envían, de qué tipo y protocolo, así como las interfaces por donde se enviarán.

1) [root@RROO-A ~]# ping -c1 10.2.2.2

→ LAN

1 ICMP Echo Request Em1

2) [root@RROO-A ~]# ping -c2 192.168.100.1

→ LAN

2 ICMP Echo Request 1.0

3) [root@RROO-A ~]# ping -c3 130.100.2.2

→ fuera de rango

Ninguna

- C) Indicar, al ejecutar los siguientes comandos, cuántas PDU se envían, de qué tipo y protocolo, así como las interfaces por donde se enviarán.

[root@RROO-A ~]# ifconfig em1 down

[root@RROO-A ~]# ping -c1 192.168.100.2

ICMP Echo Req. em0

- D) Indicar si se producirá algún cambio en la tabla de encaminamiento de RROO-A, después de ejecutar los comandos del apartado anterior.

Nota: En caso afirmativo, indicar cuál sería el cambio producido.

*Desaparecerán las líneas
subrayadas* 

- E) Indicar qué fichero se ha tenido que modificar para que la ejecución del siguiente comando sea satisfactoria:

```
[root@RROO-A ~]# ping -c1 impresoraLASER
```

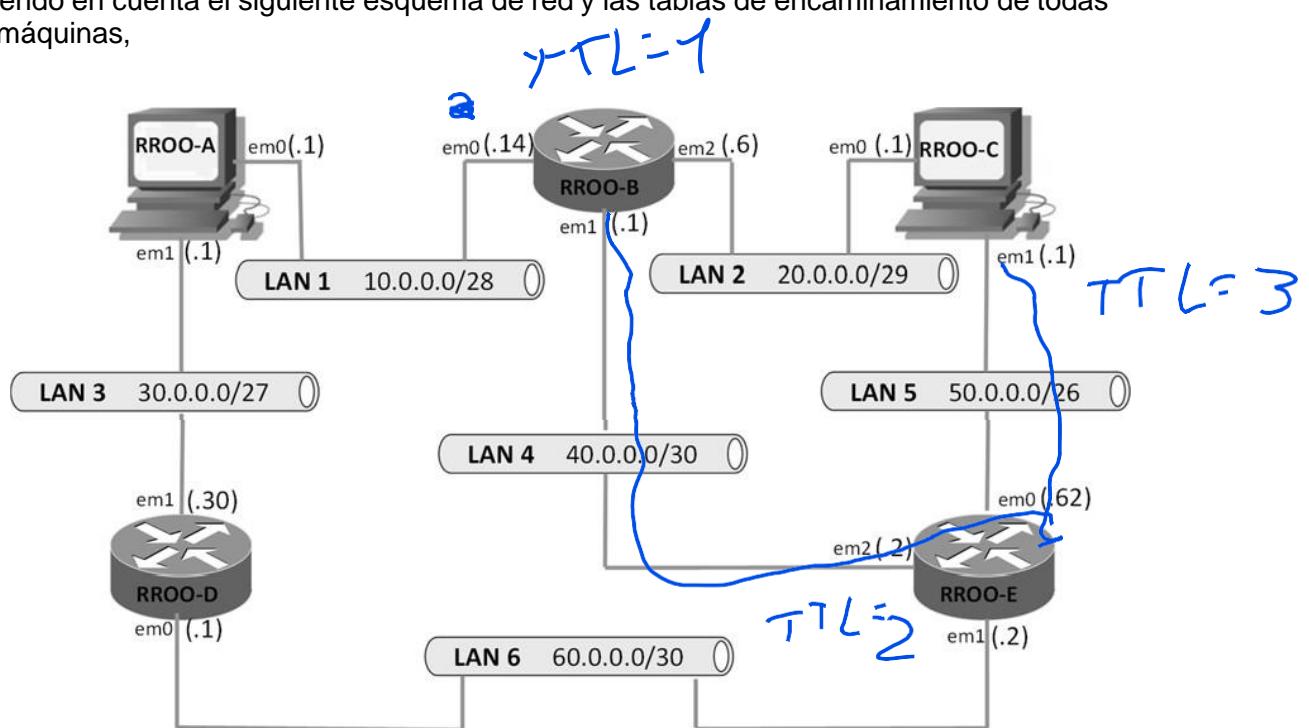
/etc/hosts

- F) Indicar qué modificación habrá que realizar en el fichero anterior si impresoraLASER tiene la dirección IP 130.200.2.2

ping -c1 130.200.2.2. impresoraLASER

Ejercicio 10

Teniendo en cuenta el siguiente esquema de red y las tablas de encaminamiento de todas sus máquinas,



```
[root@RR00-A ~]# netstat -4nr
Routing tables

Internet:
Destination      Gateway      Flags    Netif   Expire
10.0.0.0/28      link#1      U        em0
10.0.0.1          link#1      UHS      lo0
30.0.0.0/27      link#2      U        em1
30.0.0.1          link#2      UHS      lo0
127.0.0.1         link#4      UH       lo0
```

```
[root@RR00-B ~]# netstat -4nr
Routing tables

Internet:
Destination      Gateway      Flags    Netif   Expire
10.0.0.0/28      link#1      U        em0
10.0.0.14         link#1      UHS      lo0
20.0.0.0/29      link#3      U        em2
20.0.0.6          link#3      UHS      lo0
40.0.0.0/30      link#2      U        em1
40.0.0.1          link#2      UHS      lo0
50.0.0.0/26      40.0.0.2    UGS      em1
127.0.0.1         link#4      UH       lo0
```



```
[root@RR00-C ~]# netstat -4nr
Routing tables

Internet:
Destination      Gateway      Flags    Netif   Expire
default          50.0.0.62   UGS      em1
20.0.0.0/29      link#1      U        em0
20.0.0.1          link#1      UHS      lo0
50.0.0.0/26      link#2      U        em1
50.0.0.1          link#2      UHS      lo0
127.0.0.1         link#4      UH       lo0
```

```
[root@RR00-D ~]# netstat -4nr
Routing tables

Internet:
Destination      Gateway      Flags    Netif   Expire
20.0.0.0/29      60.0.0.2    UGS      em0
30.0.0.0/27      link#2      U        em1
30.0.0.30         link#2      UHS      lo0
60.0.0.0/30      link#1      U        em0
60.0.0.1          link#1      UHS      lo0
127.0.0.1         link#4      UH       lo0
```

TTL for defected 64

```
[root@RROO-E ~]# netstat -4nr
Routing tables

Internet:
Destination      Gateway          Flags    Netif Expire
10.0.0.0/28      40.0.0.1        UGS     em2
20.0.0.0/29      40.0.0.1        UGS     em2
40.0.0.0/30      link#3         U       em2
40.0.0.2         link#3         UHS    lo0
50.0.0.0/26      link#1         U       em0
50.0.0.62        link#1         UHS    lo0
60.0.0.0/30      link#2         U       em1
60.0.0.2         link#2         UHS    lo0
127.0.0.1        link#4         UH     lo0
```

Sabiendo que las máquinas RROO-B, RROO-D y RROO-E están configuradas como routers,

Se pide:

- A) Indicar a qué interfaces se puede completar un ping de manera exitosa desde la máquina RROO-C. (Rellenar con los valores **SI** / **NO**)

Hasta \ Desde	RROO-A (em0)	RROO-A (em1)	RROO-B (em0)	RROO-B (em1)	RROO-D (em1)	RROO-E (em1)
RROO-C	No	No	Si	Si	No	Si

- B) Indicar en qué máquinas del esquema anterior y qué comandos habría que ejecutar en el terminal, para que las PDU resultantes de ejecutar ping -c1 20.0.0.1 en la máquina RROO-A, sigan las siguientes rutas:

RUTA 1.- ICMP Echo-Request: RROO-A → LAN 3 → RROO-D → LAN 6 → RROO-E → LAN 4 → RROO-B → LAN 2 → RROO-C

En la máquina RROO-A:
 route add default 30.0.0.30
 o bien
 route add 20.0.0.0/29 30.0.0.30

RUTA 2.- ICMP Echo-Reply: RROO-C → LAN 5 → RROO-E → LAN 6 → RROO-D → LAN 3 → RROO-A (5 puntos)

[En la máquina RROO-E: route add 30.0.0.0/27 60.0.0.1]

- C) Indicar el valor del campo TTL (time to live) de la cabecera de los datagramas IP que encapsulan las PDU ICMP Echo-Request e ICMP Echo-Reply resultantes de ejecutar el comando ping -c1 -m3 10.0.0.14 en la máquina RROO-C.

ctrl = 3

Para **ICMP Echo-Request:**

- En la interfaz em0 de la máquina RROO-E: [3]
- En la interfaz em2 de la máquina RROO-E: [2]
- En la interfaz em1 de la máquina RROO-B: [2]

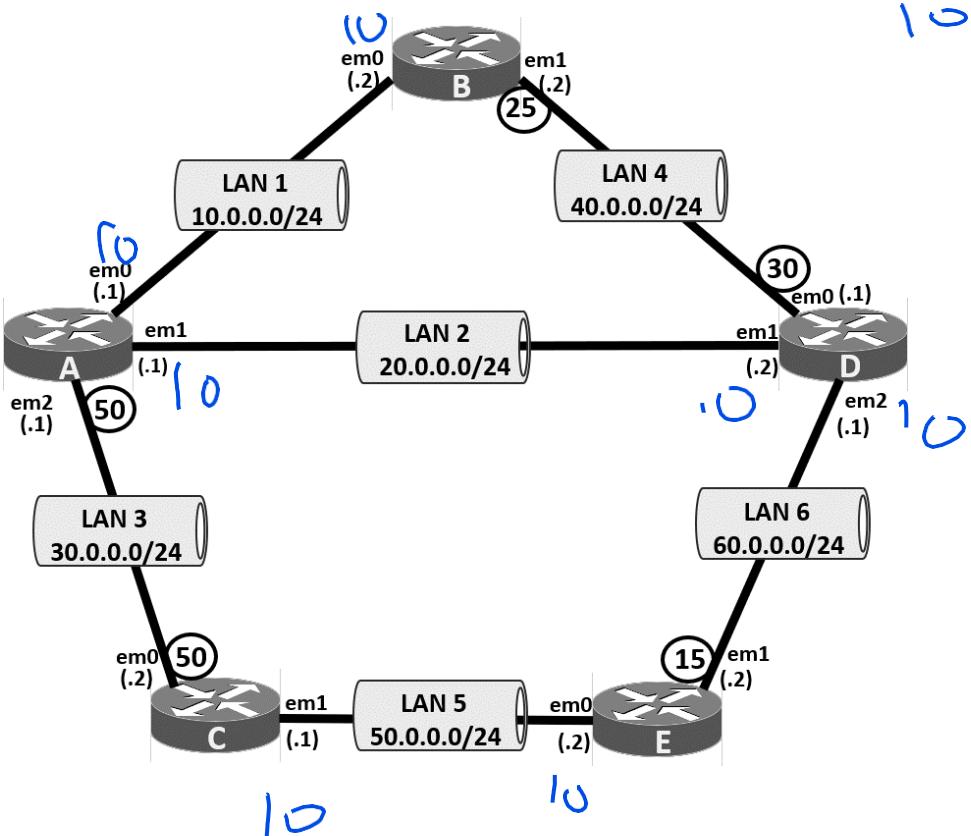
Para **ICMP Echo-Reply:**

- En la interfaz em1 de la máquina RROO-B: [64]
- En la interfaz em0 de la máquina RROO-E: [63]
- En la interfaz em2 de la máquina RROO-E: [64]

route receive
ICMP > 1?
vesta 1 x
lo vuelve
a enviar.
si es 1
lo descarta

Ejercicio 11

Teniendo en cuenta la red mostrada en la siguiente figura:



y sabiendo que:

- Cada uno de los 5 router son máquinas virtuales como las usadas en el laboratorio.
- En cada una de ellas se han ejecutado correctamente todos los comandos para que actúen como router con las direcciones que se muestran en la figura.
- En cada una de ellas se ha lanzado el proceso OSPF correctamente.
- Para mejorar el tráfico en la red, se han asignado nuevos costes en algunos enlaces, tal y como se muestran con un círculo en la figura. En el resto de los enlaces no se han modificado.

Se pide:

J) Completar la siguiente tabla:

Router Origen	Dest. network	Next hop (dir. IP completa)	Interface	Cost (coste total)
A	LAN 5	200.0.2/24	em 1	30
B	LAN 5	100.0.1/24	em 0	40
C	LAN 1	50.0.0.2/24	em 1	45
E	LAN 1	60.0.0.1/24	em 1	35

K) Indicar cuál será el resultado de ejecutar el siguiente comando

[root@C]# traceroute 10.0.0.2 → IP B em0
traceroute to 10.0.0.2, 64 hops max, 40 bytes packets
1- 50.0.0.2/24
2- 60.0.0.1/24
3- 200.0.0.1/24
4- 100.0.0.2/24
5-

Si en la maquina C se ejecuta el siguiente comando:

[root@C]# ping -c1 10.0.0.2

L) Indicar los router por los que pasarán cada una de las PDU que se generan (desde el origen al destino, ambos incluidos)

1ª PDU : ICMP Echo-Request

- ROUTER : C → E → D → A → B → _____

2ª PDU : ICMP Echo-Reply

- ROUTER : B → A → D → E → C → _____

- M) Completar la siguiente tabla, teniendo en cuenta que la LAN 2 ha dejado de funcionar y el algoritmo de encaminamiento ha convergido.

Router Origen	Dest. network	Next hop (dir. IP completa)	Interface	Cost (coste total)
A	LAN 5	10.0.0.2	em0	55
B	LAN 5	40.0.0.1	em1	45
C	LAN 1	50.0.0.1	em0	60
E	LAN 1	60.0.0.1	em1	55

Teniendo en cuenta el apartado anterior, si en la maquina A se ejecuta el siguiente comando:

[root@A]# ping -c1 50.0.0.1

- N) Indicar los router por los que pasarán cada una de las PDU que se generan (desde el origen al destino, ambos incluidos)

1ª PDU : ICMP Echo-Request

- ROUTER : A → B → D → E → C → _____ → _____

2ª PDU : ICMP Echo-Reply

- ROUTER : C → A → _____ → _____ → _____ → _____ → _____

Ejercicio 12

Se pretende configurar una red similar a la utilizada en el laboratorio, compuesta por tres equipos conectados entre sí a través de dos segmentos de red (LAN 0 y LAN 1) tal y como muestra la Figura 1:

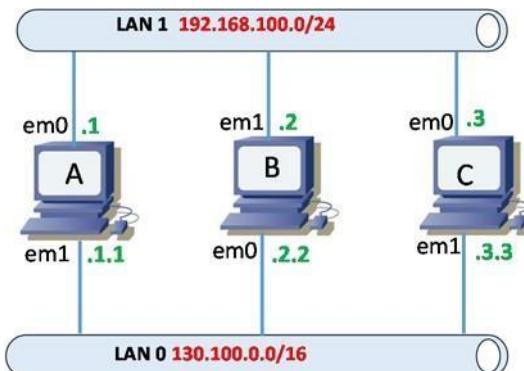


Figura 1. Esquema de red

Los equipos tienen una configuración inicial que no tiene por qué coincidir con la configuración deseada. Para comprobar esta configuración, se ejecuta el comando `netstat -4nr` en cada uno de ellos, obteniéndose el siguiente resultado:

[root@RR00-A ~]# netstat -4nr							[root@RR00-B ~]# netstat -4nr						
Routing tables							Routing tables						
Internet:		Destination	Gateway	Flags	Netif	Expire	Internet:		Destination	Gateway	Flags	Netif	Expire
127.0.0.1		link#4		UH	lo0		127.0.0.1		link#4		UH	lo0	
130.100.0.0		link#2		UHS	lo0		130.100.0.0/16		link#2		U	em1	
130.100.0.0/16		link#2		U	em1		130.100.2.2		link#2		UHS	lo0	
192.168.100.0/24		link#1		U	em0		192.168.100.0/24		link#1		U	em0	
192.168.100.1		link#1		UHS	lo0		192.168.100.2		link#1		UHS	lo0	
[root@RR00-A ~]#							[root@RR00-B ~]#						
<hr/>													
[root@RR00-C ~]# netstat -4nr							[root@RR00-C ~]#						
Routing tables							Routing tables						
Internet:		Destination	Gateway	Flags	Netif	Expire	Internet:		Destination	Gateway	Flags	Netif	Expire
127.0.0.1		link#4		UH	lo0		127.0.0.1		link#4		UH	lo0	
130.100.0.0/16		link#2		U	em1		130.100.3.3		link#1		U	em0	
130.100.3.3		link#1		UHS	lo0		192.168.100.0/24		link#1		UHS	lo0	
192.168.100.0/24		link#1		U	em0		192.168.100.3		link#1		UHS	lo0	
192.168.100.3		link#1		UHS	lo0								
[root@RR00-C ~]#							[root@RR00-C ~]#						

Se pide:

- A) Indicar **razonadamente** qué equipos no están configurados de acuerdo con el esquema de red que muestra la figura, y qué comandos habría que ejecutar en ellos para que la configuración de dichos equipos se corresponda a la de la red mostrada en la figura.

La tabla de rutas del equipo RROO-A muestra que la interfaz em1 tiene la dirección IP130.100.0.0, cuando debería la 130.100.1.1. Habría que ejecutar el comando:
ifconfig em1 130.100.1.1/16

La tabla de rutas del equipo RROO-B muestra que la interfaz em0 está conectada a la LAN 1(192.168.100.0/24) y la interfaz em1 a la LAN 0 (130.100.0.0/16), cuando debería ser al revés. Habría que ejecutar los comandos:
ifconfig em0 130.100.2.2/16
ifconfig em1 192.168.100.2/24

En el momento de configurar la interfaz **em0** del equipo **RROO-C** se captura el siguiente tráfico, en el que se han ocultado los valores del campo MAC destino.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000000	Vmware_cc:cc:00	[REDACTED]	ARP	42	Gratuitous ARP for 192.168.100.3 (Request)
0000	[REDACTED]	00 50 56 cc cc 00 08 06 00 01	[REDACTED]P V.....		
0010	08 00 06 04 00 01	00 50 56 cc cc 00 c0 a8 64 03	[REDACTED]P V.....d.		
0020	00 00 00 00 00 00	c0 a8 64 03	[REDACTED] d.		

- B) Indicar el valor de la MAC destino de la trama Ethernet mostrada en la captura

Cuando se modifica el valor de una interfaz con el comando ifconfig se genera un paquete ARP Gratuitous que se envía en broadcast al segmento de red y por tanto el campo MAC destino de la trama ethernet capturada tiene el valor:
ff:ff:ff:ff:ff:ff

Suponer a partir de ahora que todos los equipos de la red están configurados de acuerdo al esquema mostrado en la Figura 1.

Después de ejecutar el comando `ping -c1 192.168.100.3` en uno de los equipos, el contenido de las tablas ARP de todos los equipos es el siguiente:

```
[root@RR00-A ~]# arp -a
? (130.100.0.0) at 00:50:56:aa:aa:11 on em1 permanent [ethernet]
? (192.168.100.1) at 00:50:56:aa:aa:00 on em0 permanent [ethernet]
? (192.168.100.3) at 00:50:56:cc:cc:00 on em0 expires in 1180 seconds [ethernet]
[root@RR00-A ~]# ■
```

```
[root@RR00-B ~]# arp -a
? (130.100.2.2) at 00:50:56:bb:bb:11 on em1 permanent [ethernet]
? (192.168.100.2) at 00:50:56:bb:bb:00 on em0 permanent [ethernet]
[root@RR00-B ~]# ■
```

```
[root@RR00-C ~]# arp -a
? (130.100.3.3) at 00:50:56:cc:cc:11 on em1 permanent [ethernet]
? (192.168.100.1) at 00:50:56:aa:aa:00 on em0 expires in 1131 seconds [ethernet]
? (192.168.100.3) at 00:50:56:cc:cc:00 on em0 permanent [ethernet]
[root@RR00-C ~]# ■
```

Si inmediatamente después, se ejecuta en el equipo RR00-C el comando `ifconfig em0 ether 08:00:20:11:22:33`

- C) Indicar qué tipo de tráfico se genera, a qué equipos se envía y cuál es su función.

El equipo RR00-C genera un paquete ARP Gratuitous que se envía en broadcast, es decir a todos los equipos conectados en la red, para informar que se ha modificado la dirección MAC de su interfaz em0.

- D) Indicar los cambios que se producen en las tablas de ARP como resultado de la ejecución del comando anterior.

Sólo cambia la tabla ARP del equipo RR00-A, actualizando el valor de la MAC para la dirección IP 192.168.100.3 por el de 08:00:20:11:22:33.

- E) Indicar qué información habría que añadir y dónde para que la ejecución del siguiente comando sea satisfactoria

```
[root@RR00-C ~]# ping -c1 ETSIST-RR00
```

Nota: La dirección IP de la máquina ETSIST-RR00 es 130.100.2.2

**En el fichero /etc/hosts del equipo RR00-C habría que añadir la línea:
130.100.2.2 ETSIST-RR00**

Posteriormente se decide introducir unos cambios en el escenario de red de la Figura 1 para que las interfaces em1 de los equipos RROO-A y RROO-C además de conectarse al segmento LAN 0 se conecten también a otro segmento (LAN 2), tal y como indican las tablas de rutas que se muestran a continuación:

```
[root@RROO-A ~]# netstat -4nr
Routing tables
```

Internet:	Destination	Gateway	Flags	Netif	Expire
	127.0.0.1	link#4	UH	lo0	
	130.100.0.0	link#2	UHS	lo0	130.100.0.0/16
	130.100.0.0/16	link#2	U	em1	130.100.3.3
	192.168.100.0/24	link#1	U	em0	192.168.100.0/24
	192.168.100.1	link#1	UHS	lo0	192.168.100.3
	200.1.1.0/24	link#2	U	em1	200.1.1.0/24
	200.1.1.1	link#2	UHS	lo0	200.1.1.3

```
[root@RROO-C ~]# netstat -4nr
Routing tables
```

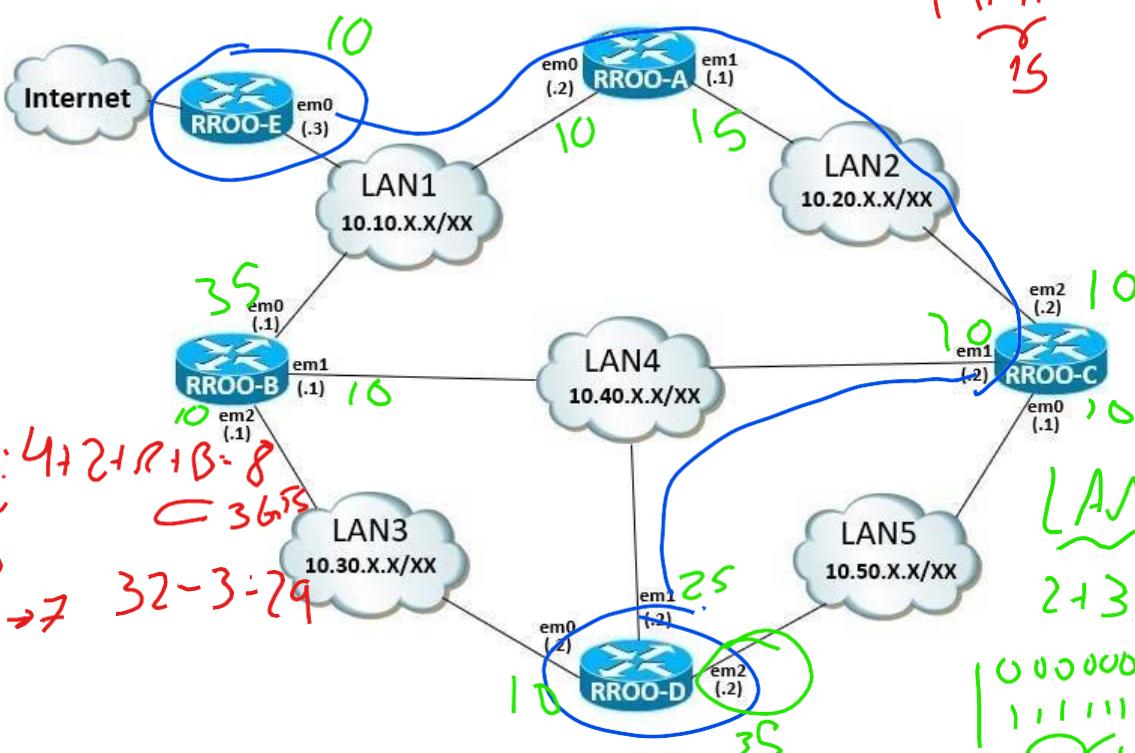
Internet:	Destination	Gateway	Flags	Netif	Expire
	127.0.0.1	link#4	UH	lo0	
	130.100.0.0/16	link#2	U	em1	
	130.100.0.0/16	link#2	UHS	lo0	
	192.168.100.0/24	link#1	U	em0	
	192.168.100.1	link#1	UHS	lo0	
	200.1.1.0/24	link#2	U	em1	
	200.1.1.3	link#2	UHS	lo0	

- F) Indicar el/los comando/s que se debe/n ejecutar en cada equipo para realizar la configuración anterior

En el equipo RROO-A se debe ejecutar ifconfig em1 200.1.1.1/24
alias En el equipo RROO-C se debe ejecutar ifconfig em1

Ejercicio 13

Teniendo en cuenta la red mostrada en la siguiente figura:



Sabiendo que cada uno de los 5 routers son máquinas virtuales como las usadas en el laboratorio.

LAN 1: $10 + R + B = 17 \rightarrow 56.75$
 $32 - 5 = 27$

-32-

LAN 2: $10 + R + B = 16 \rightarrow 46.75$
 $32 - 4 = 28$

LAN 3: $10 + R + B = 15 \rightarrow 36.75$
 $32 - 3 = 29$

LAN 4: $10 + R + B = 15 \rightarrow 36.75$
 $32 - 3 = 29$

LAN 5: $10 + R + B = 15 \rightarrow 36.75$
 $32 - 3 = 29$

Se pide:

- A) Completar la tabla siguiente teniendo en cuenta que, además de los routers mostrados en la figura, hay que conectar 12 equipos en LAN1 y LAN2, 4 equipos en LAN3 y LAN4 y 30 equipos en LAN5

Red	Prefijo de red (formato: ab.cd.ef.gh/xy)	Dirección de broadcast
LAN1	10.10.0.0/27	10.10.0.31
LAN2	10.20.0.0/28	10.20.0.15
LAN3	10.30.0.0/29	10.30.0.7
LAN4	10.40.0.0/28	10.40.0.15
LAN5	10.50.0.0/26	10.50.0.63

A continuación se desea implementar el siguiente esquema de encaminamiento:

Router	Destination network	Next hop	Router	Destination network	Next hop
RROO-A	LAN3	RROO-B	RROO-C	LAN1	RROO-A
	LAN4, LAN5	RROO-C		LAN3	RROO-A
RROO-B	LAN2	RROO-A	RROO-D	LAN1	RROO-C (em1)
	LAN5	RROO-D (em1)		LAN2	RROO-C (em0)

- B) Escribir los comandos que se deberían ejecutar en los siguientes routers para obtener el esquema de encaminamiento anterior

Router A:

1. [root@A]# route add
2. [root@A]# route add
3. [root@A]# route add

10.30.0.0/27 10.10.0.1
 10.40.0.0/28 10.20.0.2
 10.50.0.0/26 10.20.0.2

Router B:

1. [root@B]# routeadd
2. [root@B]# vovteadd

10.20.0.0/28 10.10.0.2
 10.50.0.0/26 10.40.0.2

- C) Escribir el comando, además de los anteriores, que se debería ejecutar en el router A para que pueda acceder a cualquier dirección de internet

Router A:

1. [root@A]#

vovte add default 10.10.0.3

- D) Escribir la secuencia de routers y subredes por las que pasará la trama generada al ejecutar el comando `ping -c1 -m3 10.10.0.3` en el router D → Tabla



Debido a un corte de luz, se pierde toda la configuración hecha hasta el momento y se decide configurar la red mediante encaminamiento dinámico con el protocolo OSPF. → menor coste

El orden en el que se van arrancando de nuevo los routers es el siguiente:

RROO-C → RROO-D → RROO-B → RROO-E → RROO-A

A continuación:

1. En cada uno de ellos se ejecutan correctamente todos los comandos necesarios para que actúen como router con las direcciones que se muestran en la figura.

Nota: Suponer que TODAS las subredes tienen la máscara /24

2. Todos los routers ejecutan el proceso OSPF correctamente

Nota: Suponer que TODOS los routers se configuran en el área 0.

3. Para mejorar el tráfico en la red, se asignan nuevos costes en algunos enlaces:

RROO-A (em1) → coste=15

RROO-B (em0) → coste=35

RROO-D (em1) → coste=25

RROO-D (em2) → coste=35

El resto de interfaces se mantienen con coste=10

Se pide:

- E) Completar los comandos que faltarían por ejecutar en RROO-A para terminar de configurar OSPF

```
Hello, this is Quagga (version 0.99.24.1).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.
```

```
User Access Verification
```

```
Password:
```

```
RR00-A> enable
```

```
RR00-A# configure terminal
```

```
RR00-A(config)# router ospf
```

```
RR00-A(config-router)#
```

(LAN 1) → network 10.10.0.0/24 area 0

(LAN2) → network 10.20.0.0/24 area 0

F) Completar la siguiente tabla

network	Designated Router	Backup Designated Router
LAN 1	B	E
LAN 2	C	A
LAN 3	D	B
LAN 4	C	D
LAN 5	C	D

G) Completar la siguiente tabla:

Router Origen	Dest. network	Next hop (dir. IP completa)	Interface	Cost (coste total)
RROO-A	LAN 5	10.20.0.2	em1	25
RROO-E	LAN 5	10.10.0.1	em0	30
RROO-D	LAN 1	10.30.0.1	em0	40
RROO-D	LAN 2	10.30.0.1	em0	30

H) Escribir la secuencia de routers y subredes (incluyendo el origen y el destino) por las que pasarían la tramas generadas al ejecutar el comando `ping -c1 10.50.0.2`

RROO-E → La tabla

↙ RROO →

ICMP Echo-Request:

RROO-E → LAN1 → RROO-B → LAN4 → RROO-C → LAN5 → RROO-D

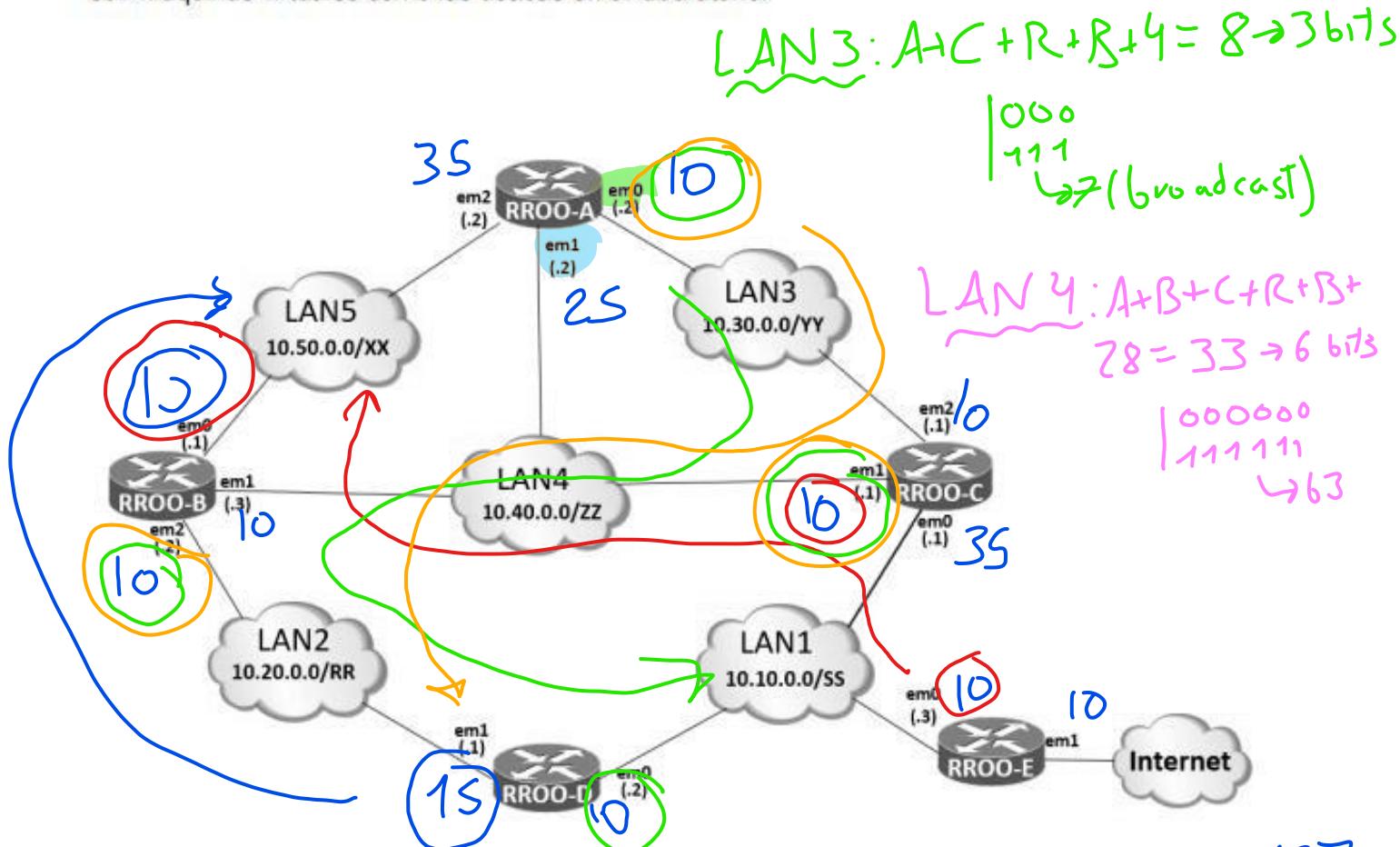
ICMP Echo-Reply: LAN3 → RROO-B → LAN4 → RROO-C → LAN2

→ RROO-A → LAN1 → RROO-E

→ RROO-E

Ejercicio 1 (20 puntos) (25 min)

Teniendo en cuenta la red mostrada en la siguiente figura, en la que cada uno de los routers son máquinas virtuales como las usadas en el laboratorio:



$$\begin{array}{|c|} \hline 000000 \rightarrow 0 \\ \hline 111111 \\ \hline \end{array} \rightarrow 31$$

$$\begin{array}{|c|} \hline 00000 \\ \hline 1111 \\ \hline \end{array} \rightarrow 15 \text{ (broadcast)}$$

$$\begin{array}{|c|} \hline 000000 \\ \hline 111111 \\ \hline \end{array} \rightarrow 31 \text{ (broadcast)}$$

Se pide:

- A) Completar la tabla siguiente teniendo en cuenta que, además de los routers mostrados en la figura, hay que conectar: (2,5 puntos)
- 12 equipos más en LAN1 y LAN2
 - 4 equipos más en LAN3
 - 28 equipos más en LAN4 y LAN5

Red	Máscara de red (formato:/xy)	Dirección más alta que se puede asignar a un host en la subred Broadcast-1
LAN1	/27	10.10.0.30
LAN2	/28	10.20.0.14
LAN3	/29	10.30.0.6
LAN4	/26	10.40.0.62
LAN5	/27	10.50.0.30

A continuación, se desea implementar el siguiente esquema de encaminamiento:

Router	Destination network	Next hop	Router	Destination network	Next hop
RROO-A	LAN1	RROO-B (em1)	RROO-C	LAN2	RROO-D
	LAN2	RROO-B (em0)		LAN5	RROO-A(em0)
RROO-B	LAN1	RROO-D	RROO-D	LAN3	RROO-C
	LAN3	RROO-D		LAN4, LAN5	RROO-B

- B) Escribir los comandos que se deberían ejecutar en los siguientes routers para obtener el esquema de encaminamiento anterior (2,5 puntos)

Router A:

1. [root@A]# route add 10.10.0.0/27 10.40.0.3
 2. [root@A]# route add 10.20.0.0/28 10.30.0.1

Router D:

1. [root@D]# route add 10.30.0.0/29 10.10.0.1
 2. [root@D]# route add 10.40.0.0/26 10.20.0.2
 3. [root@D]# route add 10.50.0.0/27 10.20.0.2

C) Indicar cuál será el resultado de ejecutar el siguiente comando (2 puntos)

```
[root@A]# traceroute 10.10.0.3 → RROO E
traceroute to 10.10.0.3, 64 hops max, 40 bytes packets
1- 10.40.0.2
2- 10.40.0.3
3- 10.20.0.1
4- 10.10.0.1
```

→ RROO C por e modo

D) Escribir la secuencia de routers y subredes por las que pasarán las tramas generadas al ejecutar el comando `ping -c1 -m3 10.10.0.1` en el router A (2 puntos)

→ TTL = 3

ICMP Echo-Request:

RROO-A → LAN4 → RROO B → LAN2 → RROO-D → LAN1 → RROO-C

ICMP Echo-Reply:

RROO C → LAN 3 → RROO-A

Llegado a este punto y debido a un corte de luz, se pierde toda la configuración hecha hasta el momento y se decide volver configurar la red, pero en esta ocasión mediante encaminamiento dinámico con el protocolo OSPF.

El orden en el que se van arrancando y configurando las máquinas virtuales es el siguiente:

RROO-C → RROO-D → RROO-B → RROO-E → RROO-A

y a continuación:

1º. En cada uno de ellos se ejecutan correctamente todos los comandos necesarios para que actúen como router con las direcciones que se muestran en la figura.

Nota: Suponer que TODAS las subredes tienen la máscara /24

2º. En todos ellos se ejecuta el proceso OSPF correctamente

Nota: Suponer que TODOS los routers se configuran en el área 0.

ç

3º. Para mejorar el tráfico en la red, se asignan nuevos costes en los siguientes enlaces:

RROO-A (em1) → coste=25

RROO-A (em2) → coste=35

RROO-C (em0) → coste=35

RROO-D (em1) → coste=15

4º. El resto de las interfaces se mantienen con el coste por defecto de valor 10.

Se pide:

- E) Escribir los comandos necesarios para conseguir la configuración del punto 1º anterior en la maquina RROO-D: (2 puntos)

[root@D]# *sysctl net.inet.ip.forwarding=1*
 [root@D]# *ifconfig em0 10.10.0.2/24*
 [root@D]# *ifconfig em1 10.20.0.1/24*

- F) Escribir los comandos necesarios para conseguir la configuración del punto 2º anterior en la maquina RROO-D : (2 puntos)

Hello, this is Quagga (version 0.99.24.1).
 Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

User Access Verification

Password:

RROO-D> enable

RROO-D# configure terminal

RROO-D(config)# *router ospf*

RROO-D(config)# *network 10.10.0.0/24 area 0*

RROO-D(config)# *network 10.20.0.0/24 area 0*

- G) Escribir las direcciones IP que utilizará RROO-A en su comunicación con sus vecinos justo después de ejecutar los comandos anteriores. (1 punto)

224.0.0.5 y 224.0.0.6

H) Completar la siguiente tabla: (4 puntos)

Router Origen	Destination network	Next hop (dir. IP completa)	Interface (de Salida)	Cost (coste total)
RROO-D	LAN 5	10.20.0.2	em1	25
RROO-E	LAN 5	10.10.0.1	em0	30
RROO-A	LAN 1	10.30.0.1	em0	40
RROO-A	LAN 2	10.30.0.1	em0	30

I) Escribir la secuencia de routers y subredes (incluyendo el origen y el destino) por las que pasarían las tramas generadas al ejecutar el comando `ping -c1 10.50.0.2` en el router E (2 puntos)

ICMP Echo-Request:

RROO-E → LAN1 → RROO-C → LAN4 → RROO-B → LAN5 → RROO-A

ICMP Echo-Reply:

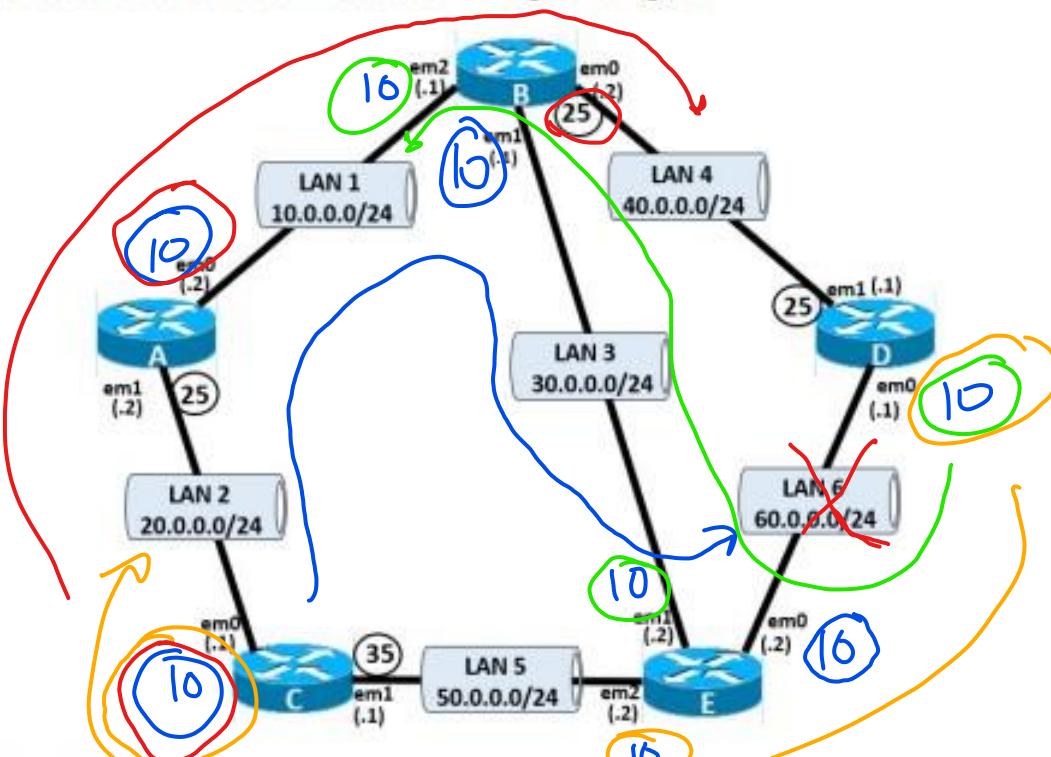
RROO-A → LAN3 → RROO-C → LAN4 → RROO-B → LAN2 → RROO-E
 ↙ LAN2
 ↙ LAN1
 RROO-D →

9 de julio de 2021

MESA:

Ejercicio 3 (30 puntos) (17 min)

Teniendo en cuenta la red mostrada en la siguiente figura:



y sabiendo que:

- Cada uno de los 5 router son máquinas virtuales como las usadas en el laboratorio.
- En cada una de ellas se han ejecutado correctamente todos los comandos para que actúen como router con las direcciones que se muestran en la figura.
- En cada una de ellas se ha lanzado el proceso OSPF correctamente.
- Para mejorar el tráfico en la red, se han asignado nuevos costes en algunos enlaces, tal y como se muestran con un círculo en la figura. En el resto de los enlaces no se han modificado. (Coste por defecto = 10)

Se pide:

A) Completar la siguiente tabla: (8 puntos)

Router Origen	Dest. network	Next hop (dir. IP completa)	Interface	Cost (coste total)
C	LAN 6	20.0.0.2/24	em0	40
C	LAN 4	20.0.0.2/24	em0	45
D	LAN 1	60.0.0.2/24	em0	30
D	LAN 2	60.0.0.2/24	em0	30

- B) Indicar cuál será el resultado de ejecutar el siguiente comando (4 puntos)

[root@C]# traceroute 60.0.0.1 → RRC0 D por em0.
traceroute to 60.0.0.1, 64 hops max, 40 bytes packets

- 1- 20.0.0.2
- 2- 10.0.0.1
- 3- 30.0.0.2
- 4- 60.0.0.1
- 5- _____

Si en la maquina D se ejecuta el siguiente comando:

[root@D]# ping -c1 50.0.0.1 → RRC0 C por em1

- C) Indicar los router por los que pasarán cada una de las PDU que se generan (desde el origen al destino, ambos incluidos) (5 puntos)

1º PDU : ICMP Echo-Request

- ROUTER : D → E → C → _____ → _____ → _____

2º PDU : ICMP Echo-Reply

- ROUTER : C → A → B → E → D → _____ → _____

- D) Completar la siguiente tabla, teniendo en cuenta que la LAN 6 ha dejado de funcionar y el algoritmo de encaminamiento ha convergido. (8 puntos)

Router Origen	Dest. network	Next hop (dir. IP completa)	Interface	Cost (coste total)
A	LAN 5	10.0.0.1/24	em0	30
C	LAN 4	20.0.0.2/24	em0	45
D	LAN 1	40.0.0.2/24	em1	35
D	LAN 2	40.0.0.2/24	em1	55

Teniendo en cuenta el apartado anterior, si en la maquina D se ejecuta el siguiente comando:

[root@D]# ping -c1 50.0.0.1 → C

- E) Indicar los router por los que pasarán cada una de las PDU que se generan (desde el origen al destino, ambos incluidos) (5 puntos)

1º PDU : ICMP Echo-Request

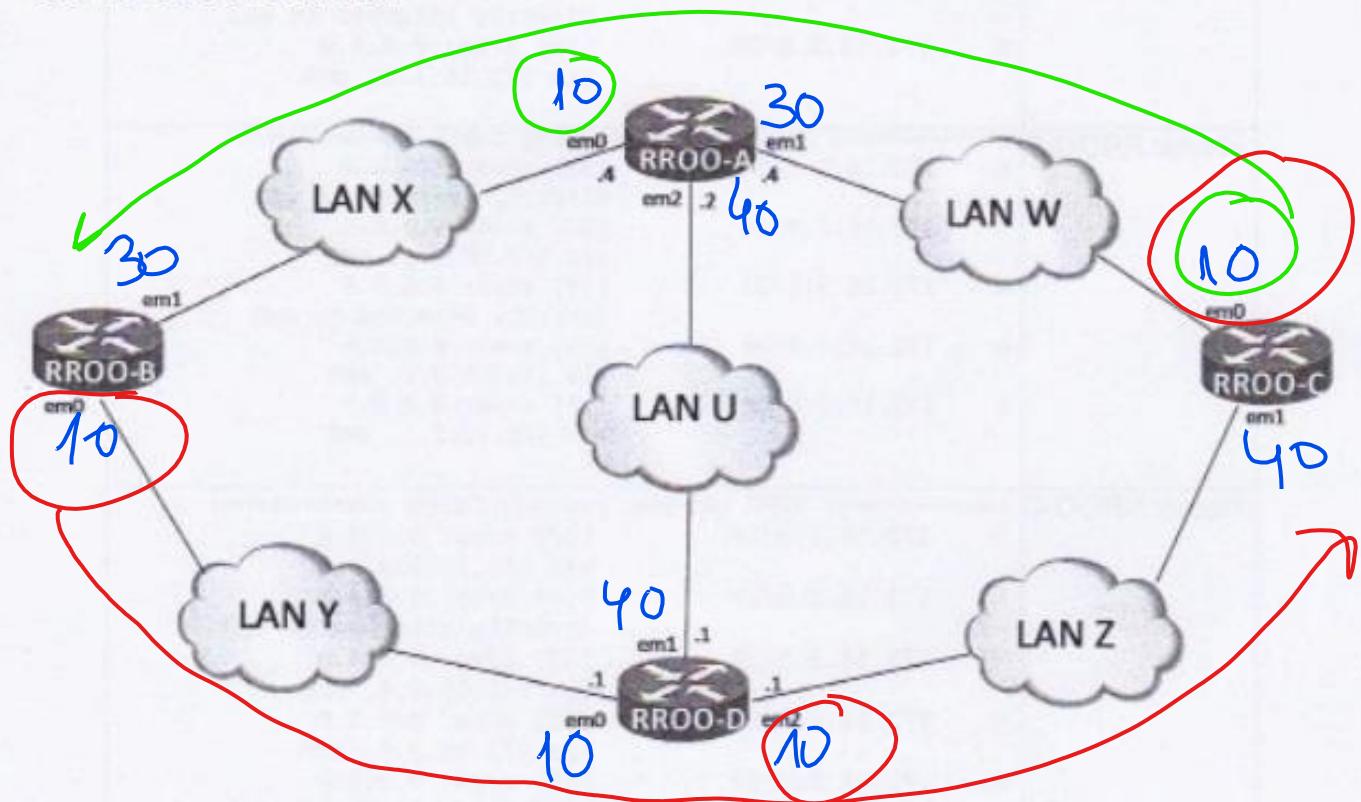
- ROUTER : D → B → E → C → _____ → _____ → _____

2º PDU : ICMP Echo-Reply

- ROUTER : C → A → B → D → _____ → _____ → _____

Ejercicio 2 (10 puntos) (10 min)

Todos los routers mostrados en la siguiente figura están ejecutando el proceso OSPF en todas sus interfaces en el área 0:



Al ejecutar el comando `show ip ospf neighbor` en los routers que se indican a continuación, se obtiene la información que se muestra en los siguientes cuadros:

Router RROO-A

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface	RxmtL	RqstL	DBsmL
172.16.3.3	1	Full/Backup	38.953s	172.16.1.3	em0:172.16.1.4	0	0	0
172.16.5.2	1	Full/DR	35.063s	172.16.2.2	em1:172.16.2.4	0	0	0
172.16.5.1	1	Full/DR	31.077s	172.16.4.1	em2:172.16.4.2	0	0	0

→ B
→ C
→ D

Router: RROO-D

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface	RxmtL	RqstL	DBsmL
172.16.3.3	1	Full/Backup	33.471s	172.16.3.3	em0:172.16.3.1	0	0	0
172.16.5.2	1	Full/DR	32.420s	172.16.5.2	em2:172.16.5.1	0	0	0
172.16.4.2	1	Full/Backup	33.508s	172.16.4.2	em1:172.16.4.1	0	0	0

→ B
→ C
→ A



Vecinos

• Por donde

Al ejecutar el comando `show ip ospf route` en los routers que se indican a continuación, se obtiene la información que se muestra en la siguiente tabla:

Router RROO-A	===== OSPF network routing table =====	
	N 172.16.1.0/24	[10] area: 0.0.0.0 directly attached to em0
	N 172.16.2.0/24	[30] area: 0.0.0.0 directly attached to em1
	N 172.16.3.0/28	[20] area: 0.0.0.0 via 172.16.1.3, em0
	N 172.16.4.0/30	[40] area: 0.0.0.0 directly attached to em2
	N 172.16.5.0/28	[30] area: 0.0.0.0 via 172.16.1.3, em0
Router RROO-B	===== OSPF network routing table =====	
	N 172.16.1.0/24	[30] area: 0.0.0.0 directly attached to em1
	N 172.16.2.0/24	[30] area: 0.0.0.0 via 172.16.3.1, em0
	N 172.16.3.0/28	[10] area: 0.0.0.0 directly attached to em0
	N 172.16.4.0/30	[50] area: 0.0.0.0 via 172.16.3.1, em0
	N 172.16.5.0/28	[20] area: 0.0.0.0 via 172.16.3.1, em0
Router RROO-C	===== OSPF network routing table =====	
	N 172.16.1.0/24	[20] area: 0.0.0.0 via 172.16.2.4, em0
	N 172.16.2.0/24	[10] area: 0.0.0.0 directly attached to em0
	N 172.16.3.0/28	[30] area: 0.0.0.0 via 172.16.2.4, em0
	N 172.16.4.0/30	[50] area: 0.0.0.0 via 172.16.2.4, em0
	N 172.16.5.0/28	[40] area: 0.0.0.0 directly attached to em1 via 172.16.2.4, em0
Router RROO-D	===== OSPF network routing table =====	
	N 172.16.1.0/24	[30] area: 0.0.0.0 via 172.16.5.2, em2
	N 172.16.2.0/24	[20] area: 0.0.0.0 via 172.16.5.2, em2
	N 172.16.3.0/28	[10] area: 0.0.0.0 directly attached to em0
	N 172.16.4.0/30	[40] area: 0.0.0.0 directly attached to em1
	N 172.16.5.0/28	[10] area: 0.0.0.0 directly attached to em2

Se pide:

- A) Rellenar la siguiente tabla indicando las direcciones de red de las LAN que se muestran en la figura. (4 puntos)

Subred	Dirección de red (prefijo de red y longitud del prefijo)
LAN U	172.16.4.0/36
LAN W	172.16.2.0/24
LAN X	172.16.1.0/24
LAN Y	172.16.3.0/28
LAN Z	172.16.5.0/28

- B) Rellenar la siguiente tabla indicando las interfaces de los routers RROO-B y RROO-C y el coste de cada enlace. (4 puntos)

Router		Dirección de la interfaz	Coste
RROO-B	em0	172.16.3.3	10
	em1	172.16.1.3	36
RROO-C	em0	172.16.2.2	10
	em1	172.16.5.2	40

- C) Indicar la ruta que siguen los paquetes ICMP request e ICMP reply, así como el coste de la ruta, si en el router RROO-C se ejecuta el comando ping -c1 172.16.1.3 (2 puntos)

RROO B en.!

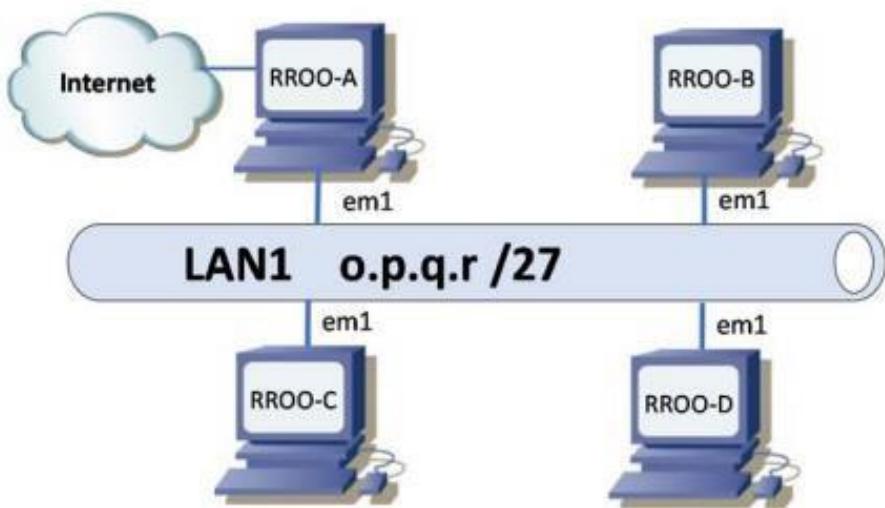
ICMP Req: RROO C → LAN W →
 RROO A → LAN X → RROO B
 ICMP Reply → RROO B → LAN Y →
 RROO D → LAN Z → RROO C

26 de abril de 2021

MESA:

Ejercicio 4 (15 puntos) (10 min)

En la red de la figura la estación RROO-A es el router de la red y se ha configurado correctamente como servidor de DNS y de DHCP. Por otra parte, las estaciones RROO-B, RROO-C y RROO-D se han configurado correctamente como clientes DHCP.



Las direcciones MAC de las estaciones anteriores tienen el formato 00:50:56:XX:YY:ZZ siguiendo el mismo criterio utilizado en el laboratorio.

Los parámetros de configuración del servidor DHCP son los siguientes:

Dirección de asignación inicial: 130.100.10.5
Default router: 130.100.10.1
Dirección IP estática asignada a RROO-C: 130.100.10.22
Número de direcciones asignadas: 10
Tiempo máximo de préstamo: 10 minutos
Tiempo típico de préstamo: 5 minutos

Sabiendo que las estaciones se han arrancado en el siguiente orden:

RROO-A → RROO-B → RROO-C → RROO-D.

Se pide:

- A) Completar sobre la plantilla la configuración del fichero /usr/local/etc/dhcpd.conf de la estación RROO-A. (10 puntos)

```
Subnet 130.100.10.0n          netmask 255.255.255.224
Range 130.100.10.14
;
option routers 130.100.10.1
option broadcast-address 130.100.10.31
default-lease-time 300
max-lease-time 600
}

Host RROO-C {
    hardware ethernet
        00:50:56:CC:CC:11
};
```

- B) Indicar cuál será la dirección IP de cada una de las estaciones. (2 puntos)

1. RROO-A : 130.100.10.1
2. RROO-B : 130.100.10.5
3. RROO-C : 130.100.10.22
4. RROO-D : 130.100.10.6

- C) Indicar qué cambios de configuración ha habido que realizar para configurar las estaciones clientes de DHCP (3 puntos)

En el fichero /etc/rc.conf añadir la línea ifconfig_em1="DHCP"

26 de abril de 2021

MESA:

Ejercicio 5 (45 puntos) (15 min)

En una red formada por 4 equipos, se sabe que:

- El equipo A puede comunicarse con los equipos B, C y D.
- Las direcciones IP asignadas a los equipos A, B, C y D siguen el mismo criterio que en la práctica IP3, es decir, terminan en unos, doses, treses y cuatros respectivamente.
- En la asignación de algunas de estas direcciones se ha utilizado la opción alias vista en el laboratorio.
- Las tablas ARP de los cuatro equipos están actualizadas.

Teniendo en cuenta además, que la siguiente información se ha obtenido del equipo A:

```
[root@RROO-A ~]# netstat -4nr
Routing tables

Internet:
Destination      Gateway        Flags     Netif
Expire
10.0.0.0/8        link#2        U          em1
10.1.1.1          link#2        UHS         lo0
127.0.0.1          link#5        UH         lo0
130.100.1.0/24    link#3        U          em2
130.100.1.1        link#3        UHS         lo0
130.200.0.0/16    link#1        U          em0
130.200.1.1        link#1        UHS         lo0
192.168.100.0/24  link#1        U          em0
192.168.100.1      link#1        UHS         lo0
192.168.200.0/24  link#2        U          em1
192.168.200.1      link#2        UHS         lo0
```

Se pide:

- A) Dibujar todas las subredes a las que está conectado el equipo A, indicando para cada una de ellas la dirección IP, la máscara y el nombre de la interfaz a la que está conectada. (13 puntos)

- B) Indicar, al ejecutar los siguientes comandos, cuántas PDU se envían, de qué tipo y protocolo, así como las interfaces por donde se enviarán. (9 puntos)

1) [root@RROO-A ~]# ping -c1 10.2.2.2

2) [root@RROO-A ~]# ping -c2 192.168.100.1

3) [root@RROO-A ~]# ping -c3 130.100.2.2

- C) Indicar, al ejecutar los siguientes comandos, cuántas PDU se envían, de qué tipo y protocolo, así como las interfaces por donde se enviarán. (3 puntos)

```
[root@RROO-A ~]# ifconfig em1 down  
[root@RROO-A ~]# ping -c1 192.168.100.2
```

- D) Indicar si se producirá algún cambio en la tabla de encaminamiento de RROO-A, después de ejecutar los comandos del apartado anterior. (8 puntos)

Nota: En caso afirmativo, indicar cuál sería el cambio producido.

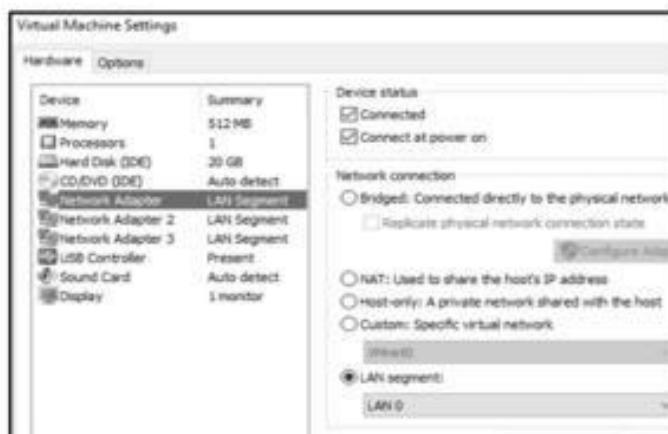
- E) Indicar qué fichero se ha tenido que modificar para que la ejecución del siguiente comando sea satisfactoria: (4 puntos)

```
[root@RROO-A ~]# ping -c1 impresoraLASER
```

- F) Indicar qué modificación habrá que realizar en el fichero anterior si `impresoraLASER` tiene la dirección IP 130.200.2.2 (8 puntos)

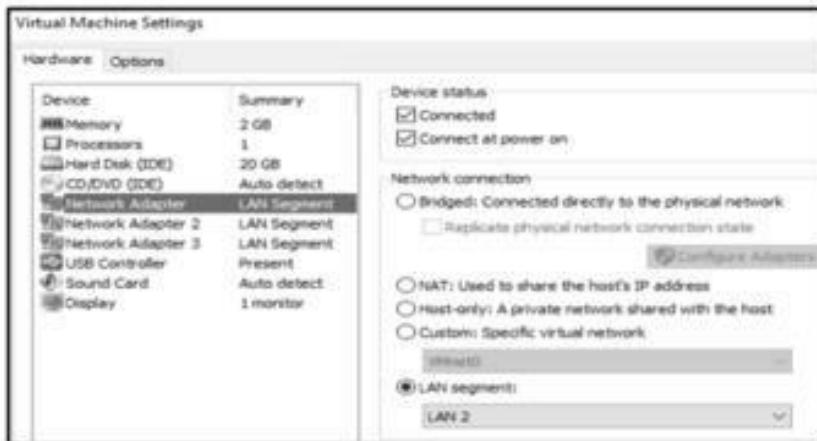
Ejercicio 1 (20 puntos) (30 min)

Dado el siguiente esquema de red y la información de configuración obtenida de cada una de las máquinas en un momento dado,

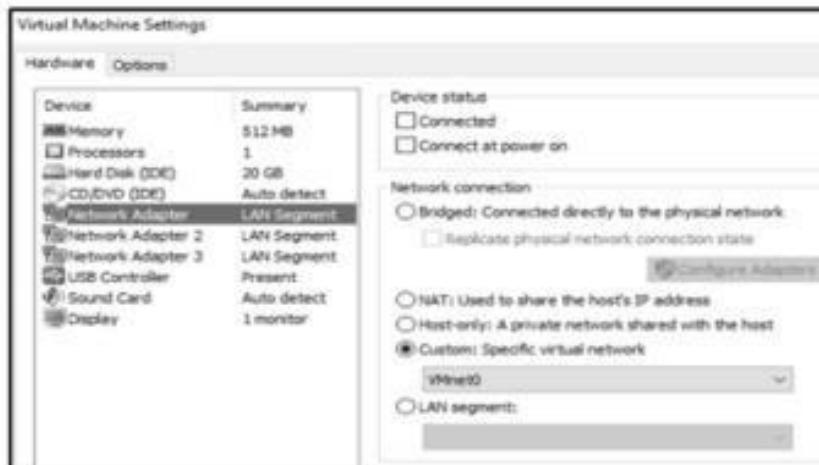


```

[root@RROO-A]# ifconfig em0
em0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> metric 0 mtu 70
        options=9b<RXCSUM,TXCSUM,VLAN_MTU,VLAN_HWTAGGING,VLAN_HWCSUM>
        ether 00:50:56:aa:aa:00
        inet 130.100.1.1 netmask 0xffffffff broadcast 130.100.1.15
          nd6 options=29<PERFORMNUD,IFDISABLED,AUTO_LINKLOCAL>
          media: Ethernet autoselect (1000baseT <full-duplex>)
          status: active
  
```



```
root@RROO-B]# ifconfig em0
em0: flags=8802<Broadcast,Simplex,Multicast> metric 0 mtu 70
      options=9b<RXCSUM,TXCSUM,VLAN_MTU,VLAN_HWTAGGING,VLAN_HWCSUM>
      ether 00:50:56:bb:bb:00
      nd6 options=29<PERFORMNUD,IFDISABLED,AUTO_LINKLOCAL>
      media: Ethernet autoselect (1000baseT <full-duplex>)
      status: active
```



```
[root@RROO-C]# ifconfig em0
em0: flags=8802<Broadcast,Simplex,Multicast> metric 0 mtu 70
      options=9b<RXCSUM,TXCSUM,VLAN_MTU,VLAN_HWTAGGING,VLAN_HWCSUM>
      ether 00:50:56:cc:cc:00
      nd6 options=29<PERFORMNUD,IFDISABLED,AUTO_LINKLOCAL>
      media: Ethernet autoselect
      status: no carrier
```

1 de junio de 2023	LABORATORIO
--------------------	-------------

Se pide:

- A) Indicar el prefijo de red del segmento LAN0 (X.X.X.X/YY), analizando la información de la interfaz em0 de la máquina RROO-A. (1 punto)

130.100.1.0/28

- B) Indicar en las máquinas RROO-B y RROO-C, que acciones habría que realizar y que comandos que se deben ejecutar, tanto en VMware como en el sistema operativo, para que queden bien configuradas respecto al esquema de red indicado. (2 puntos)

Nota: Las direcciones IP de las tres máquinas son consecutivas dentro de su rango de direccionamiento

En la máquina RROO-B:

En VMware, se debe conectar su primera interfaz de red al "LAN segment" LAN 0, que debe estar creado previamente.

En el sistema operativo, se debe ejecutar el comando:

`ifconfig em0 130.100.1.2/28`

En la máquina RROO-C:

En VMware, además de conectar su primera interfaz de red al "LAN segment" LAN 0, que debe estar creado previamente, se deben activar las opciones "Connected" y "Connect at power on".

En el sistema operativo se debe ejecutar el comando:

`ifconfig em0 130.100.1.3/28`

- C) Indicar el tamaño máximo de las tramas que se podrían capturar con un Wireshark en el segmento LAN 0 (2 puntos)

Nota: Suponer tramas Ethernet originales (sin etiquetado ".1q") y sin tener en cuenta los campos de Preámbulo y CRC

Como la MTU de todas las interfaces de red conectadas al segmento LAN 0 es de 70 bytes, el tamaño máximo de las tramas que se transmitirán por él será de 84 bytes.

- D) Indicar el comando que habría que ejecutar en las tres máquinas si se quiere borrar el contenido de sus caches ARP. (1 punto)

```
arp -d -a
```

Después de ejecutar el comando anterior, se ejecutan los comandos siguientes:

```
[root@RROO-A]# ping -c1 RROO-B
[root@RROO-A]# ping -c1 RROO-C
```

- E) Indicar qué información debe incluirse y en qué fichero para que dicho comando funcione correctamente. (2 puntos)

En la máquina RROO-A se debe añadir en el fichero `/etc/hosts` la siguiente información:

130.100.1.2	RROO-B
130.100.1.3	RROO-C

- F) Completar la tabla siguiente con la información que contendrá la cache ARP de la máquina RROO-A después de ejecutar los comandos anteriores. (2 puntos)

Dir IP	MAC	Duración
130.100.1.1	00:50:56:aa:aa:00	permanent
130.100.1.2	00:50:56:bb:bb:00	expires in 1176 seconds.
130.100.1.3	00:50:56:cc:cc:00	expires in 1176 seconds.

- G) Rellenar la tabla siguiente con la información indicada, para las tramas capturadas al ejecutar el primero de los comandos `ping` anteriores. (4 puntos)

Num	Tipo PDU	MAC Origen	MAC Destino	IP Origen	IP Destino
1º	ARP Request	00:50:56:aa:aa:00	ff:ff:ff:ff:ff:ff	--	--
2º	ARP Reply	00:50:56:bb:bb:00	00:50:56:aa:aa:00	--	--
3º	ICMP Request	00:50:56:aa:aa:00	00:50:56:bb:bb:00	138.100.1.1	138.100.1.2
4º	ICMP Reply	00:50:56:bb:bb:00	00:50:56:aa:aa:00	138.100.1.2	138.100.1.1

Si a continuación, con las caches ARP actualizadas por los comandos anteriores, se ha realizado la siguiente captura:

Source	Destination	Protocol	Length	Info
00:50:56:00:11:22	ff:ff:ff:ff:ff:ff	ARP	42	Gratuitous ARP for 130.100.1.3

- H) Escribir el comando que se ha ejecutado y desde qué máquina se ha hecho. (1 punto)

En la máquina RROO-C se ha ejecutado el comando:

```
ifconfig em0 ether 00:50:56:00:11:22
```

- I) Indicar cuál es la utilidad de haber enviado el Gratuitous ARP anterior. (1 punto)

Sirve para actualizar las cache ARP con la nueva MAC de la máquina RROO-C en las máquinas que tengan en su cache ARP una entrada para RROO-C, que en esta situación es únicamente máquina RROO-A

Se dispone de una impresora bastante antigua, con dirección IP 192.168.1.20/24 y que no se puede modificar. Aun así se decide conectarla al segmento LAN 0 para que la máquina RROO-A pueda imprimir en ella.

- J) Indicar qué comando habría que ejecutar en esa máquina para que pueda alcanzar a la impresora sin perder la conectividad con el resto de las máquinas de la red. (1 punto)

```
ifconfig em0 192.168.1.1/24 alias
```

Por último, se decide modificar el direccionamiento IP asignado a cada máquina, ejecutando los siguientes comandos:

```
[root@RROO-A]# ifconfig em0 80.9.1.1/14  
[root@RROO-B]# ifconfig em0 80.11.2.2/14  
[root@RROO-C]# ifconfig em0 80.12.3.3/14
```

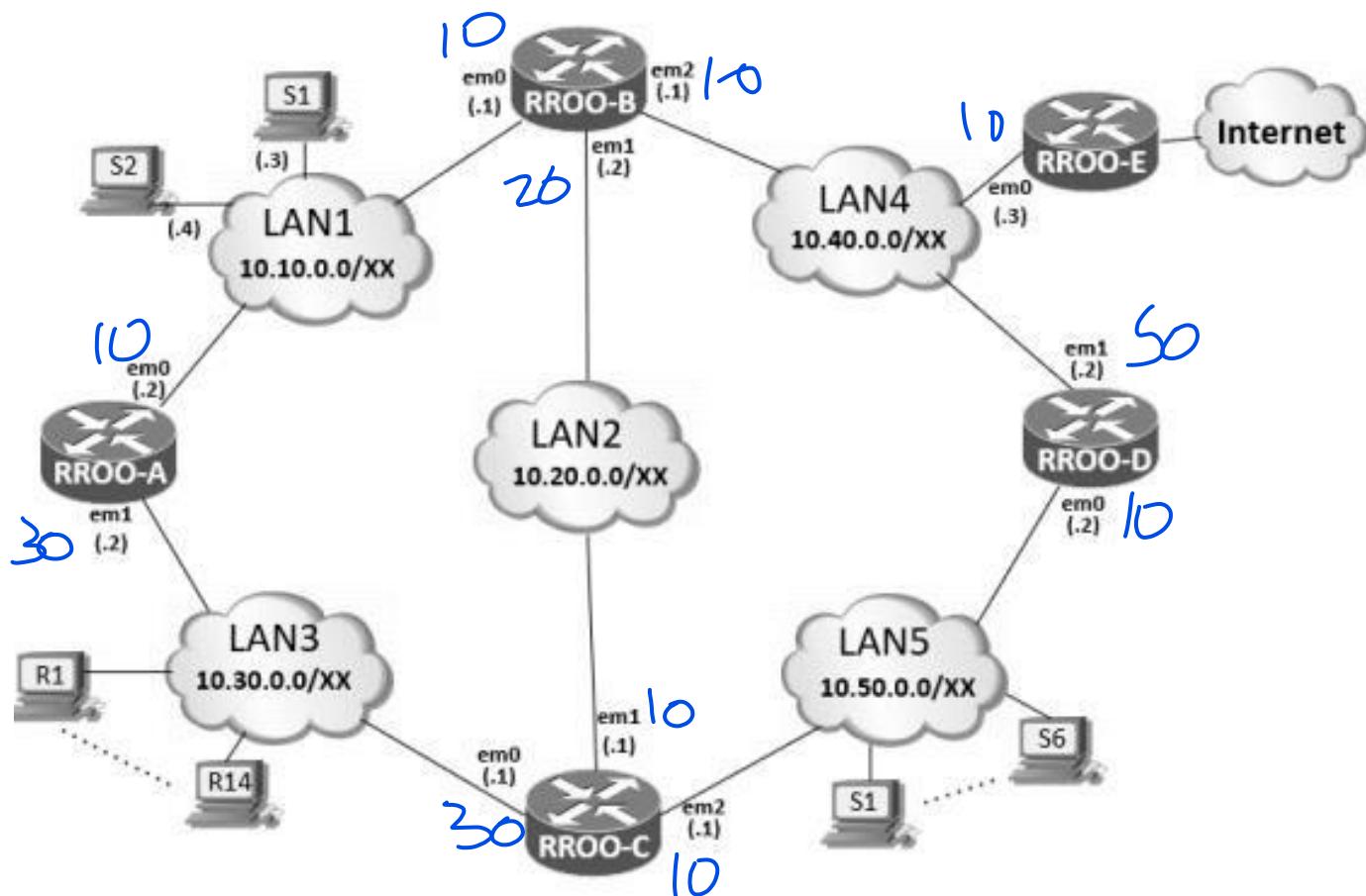
- K) Rellenar la tabla siguiente indicando en cada casilla **SI** se pueden enviar o **NO** se pueden enviar tramas a cada uno de los destinos. (3 puntos)

Nota: (Respuesta correcta: +0,5. Respuesta incorrecta: -0,5. Respuesta en blanco: 0.)
En ningún caso este apartado dará lugar a una puntuación negativa.

To \ From	RROO-A	RROO-B	RROO-C
RROO-A	SI	SI	NO
RROO-B	SI	SI	NO
RROO-C	NO	NO	SI

Ejercicio 2 (25 puntos) (30 min)

Teniendo en cuenta la red mostrada en la siguiente figura:



Y sabiendo que:

- Todos los router son máquinas virtuales como las usadas en el laboratorio
- En cada una de ellas se han ejecutado correctamente todos los comandos necesarios para que actúen como router, con las direcciones IP que se muestran en la figura.

- A) Completar la tabla siguiente con los valores apropiados según el esquema de red anterior.
(4 puntos)

Subred	Máscara (/XX)	Dirección Broadcast
LAN1	/29	10.10.0.7
LAN2	/30	10.20.0.3
LAN3	/27	10.30.0.31
LAN4	/29	10.40.0.7
LAN5	/28	10.50.0.15

NOTA: Para los siguientes apartados suponer que la máscara de red de todas las LAN es /24

Se quiere implementar el siguiente esquema de encaminamiento:

Router	Destination network	Next hop	Router	Destination network	Next hop
RROO-A	LAN4	RROO-B	RROO-C	LAN1	RROO-A
	LAN2, LAN5	RROO-C		LAN4	
RROO-B	LAN3	RROO-C	RROO-D	LAN1, LAN2	RROO-B
	LAN5			LAN3	RROO-C

- B) Escribir el comando que se debe ejecutar en la maquina RROO-A para que haga las funciones de router. (1 punto)

[root@RROO-A]# *sysctl net.inet.ip.forwarding=1*

- C) Escribir los comandos que se deberían ejecutar en las máquinas RROO-A y RROO-C para conseguir el esquema de encaminamiento descrito en la tabla anterior. (2 puntos)

Router RROO-A:

[root@RROO-A]# *route add 10.40.0.0/24 10.10.0.1*
 [root@RROO-A]# *route add 10.20.0.0/24 10.30.0.1*
 [root@RROO-A]# *route add 10.50.0.0/24 10.30.0.1*

Router RROO-C:

[root@RROO-C]# *route add 10.10.0.0/24 10.30.0.2*
 [root@RROO-C]# *route add 10.40.0.0/24 10.30.0.2*

Una vez configuradas todas las máquinas y comprobado que la interconectividad es completa, se decide guardar esta configuración en los ficheros `/etc/rc.conf` de cada una de las máquinas.

- D) Completar las líneas que debería añadir en este fichero la maquina RROO-D para que su configuración sea permanente. (2 puntos)

Nota: En el Anexo de la última página se incluye un ejemplo genérico de fichero `/etc/rc.conf`

```
ifconfig_em0=" inet 10.50.0.2/24 "
ifconfig_em1=" inet 10.40.0.2/24 "
static_routes="LAN1 LAN2 LAN3"
route_LAN1 =" -net 10.10.0.0/24 10.40.0.1 "
route_LAN2 =" -net 10.20.0.0/24 10.40.0.1 "
route_LAN3 =" -net 10.30.0.0/24 10.50.0.1 "
gateway_enable=" YES "
```

Tal y como se hizo en el laboratorio, se decide eliminar todas las rutas estáticas y configurar de nuevo toda la red utilizando encaminamiento dinámico, mediante el protocolo OSPF.

- E) Escribir los comandos Quagga que faltarían por ejecutar en RROO-A para configurar OSPF, de forma que todas las subredes pertenezcan al área 0. (2 puntos)

```
Hello, this is Quagga (version 0.99.24.1).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

User Access Verification
Password:
RROO-A> enable
RROO-A# configure terminal
RROO-A(config)# 
    router ospf
        network 10.10.0.0/24 area 0
        network 10.30.0.0/24 area 0
```

Finalmente, se termina por completar la configuración de OSPF en todos los routers (todos dentro del área 0), pero se decide modificar los costes por defecto de algunas interfaces.

Concretamente:

- RROO-A (em1) → coste=30
- RROO-B (em1) → coste=20
- RROO-C (em0) → coste=30
- RROO-D (em1) → coste=50

Nota: Recordar que el coste por defecto de atravesar una interfaz es 10.

F) Completar la tabla siguiente, teniendo en cuenta la asignación de costes anterior.
(3 puntos)

Router	Destination network	Next hop (dir. IP)	Cost (coste total)
RROO-A	LAN 5	10.10.0.1	30
RROO-C	LAN 1	10.20.0.2	20
RROO-C	LAN 4	10.20.0.2	20
RROO-D	LAN 1	10.50.0.1	30
RROO-D	LAN 2	10.50.0.1	20

G) Indicar cuál será el resultado de ejecutar el siguiente comando. (2 puntos)

```
[root@RROO-D]# traceroute 10.10.0.2
traceroute to 10.10.0.2, 64 hops max, 40 bytes packets
_____10.50.0.1_____
_____10.20.0.2_____
_____10.10.0.2_____
```

Si en la maquina RROO-D se ejecuta el siguiente comando:

```
[root@RROO-D]# ping -c1 -m5 10.10.0.2
```

H) Indicar los router por los que pasarán cada una de las PDU que se generan (desde el origen al destino, ambos incluidos) (2 puntos)

ICMP Echo-Request:

RROO-D → RROO-C → RROO-B → RROO-A

ICMP Echo-Reply:

RROO-A → RROO-B → RROO-D

- I) Indicar cuál será el valor del campo TTL del datagrama que llega al destino. (1 punto)

Como tiene que atravesar 2 routers e inicialmente se transmite con un TTL=5, el valor de este campo en el datagrama que llega al destino será TTL=3

En un instante dado, la interfaz `em1` del router RROO-C se desconecta, lo que provoca un intercambio de mensajes OSPF para reconfigurar las rutas

- J) Indicar la dirección IP de multicast que utilizarán los routers para enviarse entre ellos la información sobre el cambio producido. (1 punto)

La dirección IP de multicast es la 224.0.0.5 correspondiente al grupo multicast OSPFAllRouters

- K) Completar la tabla siguiente, una vez que el algoritmo de encaminamiento haya convergido. (3 puntos)

Router	Destination network	Next hop (dir. IP)	Cost (coste total)
RROO-A	LAN 5	10.10.0.1	30
RROO-C	LAN 1	10.30.0.2	40
RROO-C	LAN 4	10.30.0.2	50
RROO-D	LAN 1	10.50.0.1	50
RROO-D	LAN 2	10.50.0.1 o 10.40.0.1	70

Si en esta nueva situación en la maquina RROO-D se ejecuta el siguiente comando:

```
[root@RROO-D]# ping -c1 10.10.0.1
```

- L) Indicar los router por los que pasarán cada una de las PDU que se generan (desde el origen al destino, ambos incluidos) (2 puntos)

ICMP Echo-Request:

RROO-D → RROO-C → RROO-A → RROO-B

ICMP Echo-Reply:

RROO-B → RROO-D