

# Relación Tema 3

1

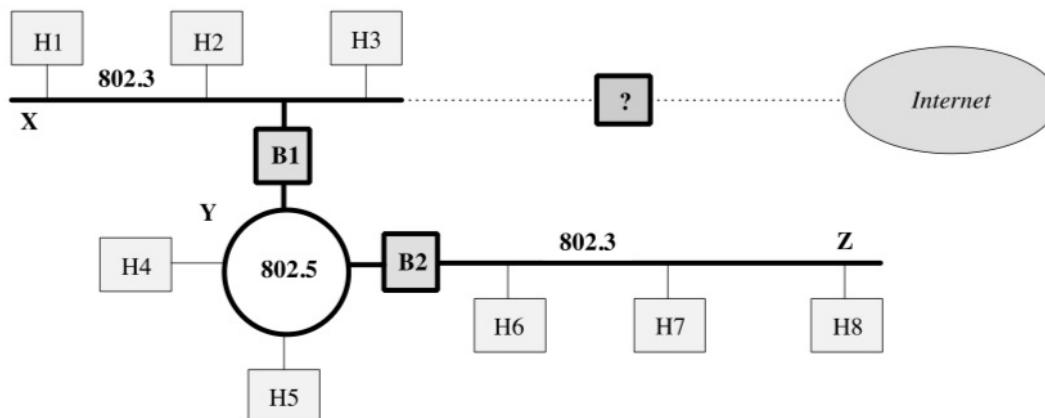
**Ejercicio 1.** En la figura se aprecian tres LANs (dos 802.3 y una 802.5) interconectadas por dos puentes (B1 y B2) que utilizan encaminamiento **con aprendizaje**. La red X está conectada a través de B1 a Y, mientras que las redes Y y Z están conectadas a través de B2. Asimismo se dispone de un *dispositivo interconector* que conecta estas redes a Internet cuya composición no se conoce y se pretende decidir. Se supone que se usan *timeouts* para esperar confirmaciones de los paquetes enviados. Se pide:

a) Suponiendo que acabamos de conectar las tres redes con los puentes describa de forma detallada y ordenada en qué redes aparecen paquetes, por qué puentes pasan, quienes son sus emisores y receptores y cómo se rellenan las tablas en los puentes en la siguiente secuencia temporal:

1. H1 envía datos a H2 y después éste le confirma a H1 la recepción.
2. H5 envía datos a H6 y falla la transmisión (no llega el ACK de H6).
3. H1 envía datos a H6 sin errores.

b) Comente el tipo mínimo de *dispositivo interconector* que deberíamos situar en la posición de la interrogación para conectar las 3 redes a Internet de la forma mostrada. ¿Cuál es la cantidad mínima de direcciones IP necesarias en esta disposición física?

c) En el caso de que se esté utilizando la familia de protocolos TCP/IP ¿Qué parámetros necesita un proceso en H1 para comunicarse con otro proceso en H6?



a)

1. H1 envía datos a H2 y después éste le confirma a H1 la recepción.

H1 envía los datos a través de la red X hacia el puente B1. En B1, se actualiza la tabla de direcciones MAC con la entrada  $H1 \rightarrow X$  y los datos se envían a través de las redes X e Y.

Cuando los datos llegan al puente B2, éste busca en su tabla y como no se encuentra, apunta la dirección H1 → X y redirige los datos hacia la red Z.

H2 recibe los datos y los reenvía por la red X hacia el puente B1. Como B1 ya tiene la entrada H2 → X en su tabla, sólo envía los datos por la red X.

B1		B2	
Dirección	Puerto	Dirección	Puerto
<sup>1</sup> H1	X	<sup>3</sup> H1	X
<sup>2</sup> H2	X		

2. H5 envía datos a H6 y falla la transmisión.

H5 envía los datos por la red Y, los cuales llegan a los puentes B1 y B2. Ambos puentes actualizan sus tablas de direcciones MAC con la entrada H5 → Y.

B1 envía los datos por la red X, y B2 los envía por la red Z (añade H5 a su lista), donde finalmente llegan a H6. El ACK de H6 se pierde.

B1		B2	
Dirección	Puerto	Dirección	Puerto
H1	X	H1	X
H2	X		
<sup>1</sup> H5	Y	<sup>2</sup> H5	Y

3. H1 envía datos a H6 sin errores.

H1 envía datos a la red X, B1 los recibe y como H6 no está en la tabla, se envían los datos por la red Y.

B2 recibe los datos y como H6 no está en la tabla, los envía por la red Z.

H6 recibe los datos y envía un ACK.

B2 recibe la trama, añade H6 a su lista, y envía los datos a la red Y hasta que llega a B1, donde añade a H6 en su tabla. B1 envía la trama a la red X donde H1 la recibe.

B1

Dirección	Puerto
1 H1	X
H2	X
H5	Y
4 H6	Z

B2

Dirección	Puerto
2 H1	X
H5	Y
3 H6	Z

b)

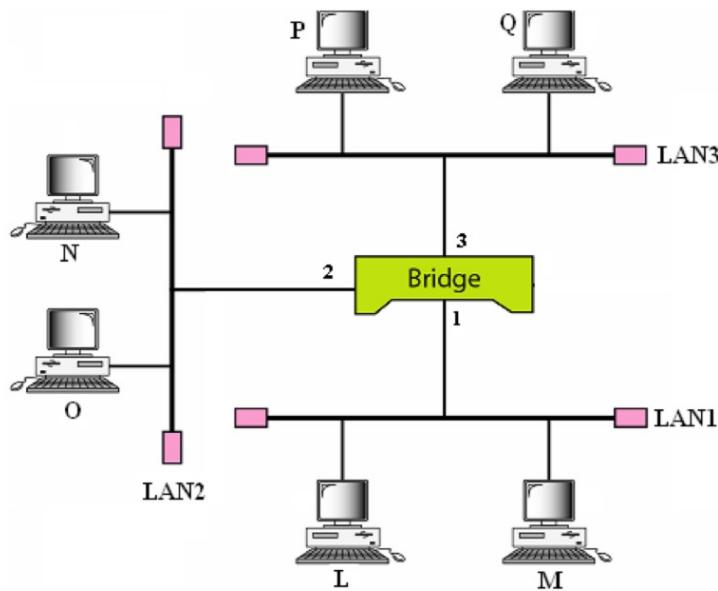
Se necesitaría un router en la posición del bloque desconocido. Necesitariamos 10 IPs en total (8 IPs para las máquinas, 1 IP para el router y otra IP para el router externo).

c) Si se está utilizando la familia de protocolos TCP/IP, los procesos en H1 y H6 necesitarían conocer la dirección IP de destino del otro proceso, junto con el número de puerto de destino para establecer la comunicación.

Además, necesitarían saber su propia dirección IP y el número de puerto de origen.

2

Dada las siguientes redes conectadas con un puente transparente:



a) Indique acciones se producen ante las siguientes transmisiones (no hay respuestas):

- P envía a M
- N envía a L
- Q envía a O
- M envía a N

b) ¿Qué pasa si P envía a Q suponiendo que la tabla del puente está rellena completamente?.

a)

1. P envía a M

Nodo	Enlace
P	3

- P envía.
- Bridge añade a P al enlace 3 y envía al enlace 2 y 1.
- Llega a M.

2. N envía a L

Nodo	Enlace
P	3
N	2

- N envía.
- Bridge añade a N al enlace 2 y envía al enlace 3 y 1.
- Llega a L

3. Q envía a O

Nodo	Enlace
P	3
N	2
Q	3

- Q envía.
- Bridge añade a Q al enlace 3 y envía al enlace 2 y 1.
- Llega a O.

4. M envía a N

Nodo	Enlace
P	3
N	2
Q	3
M	1

- M envía.
- Bridge añade a M al enlace 1 y sólo envía al enlace 2 porque ya sabe en qué enlace se encuentra N.
- Llega a N.

b)

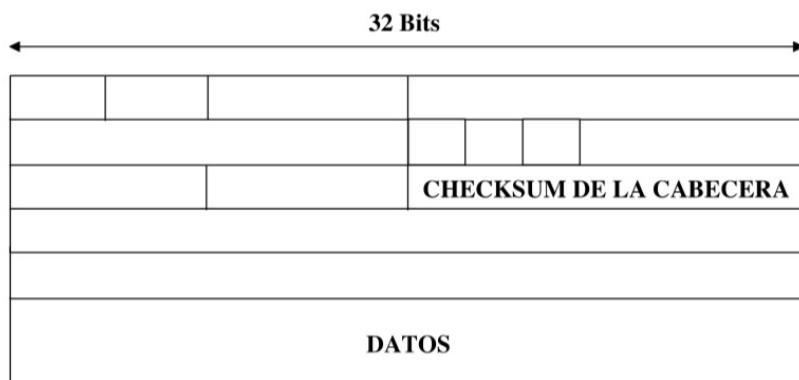
Como el puente está al tanto de que P y Q están en el mismo enlace, entonces, usan el mismo puerto del paquete y no hace falta retransmitir el mensaje por toda la red.

3

**Ejercicio 3:** En una interred como la de la figura se está utilizando la versión 4 del protocolo IP. Se pretende transmitir un datagrama con 10KBytes de datos desde el host origen (150.218.7.10) al host destino (100.10.1.3). Las aplicaciones origen y destino están usando IP a través de TCP (protocolo número 6). El tiempo de vida del paquete se establece en 10. Supóngase que no existe campo de opciones.



a) Rellene los campos de la cabecera del datagrama IP:

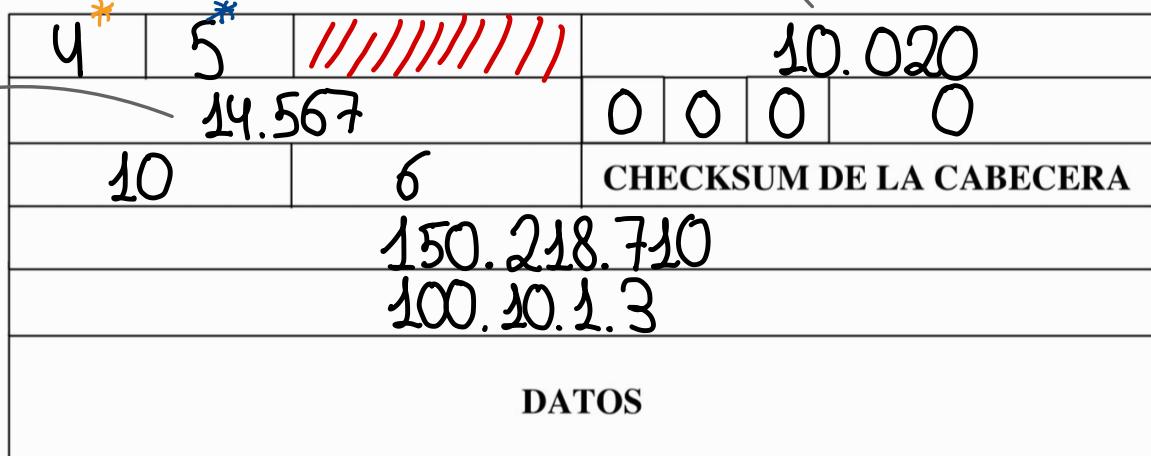


**b)** Si dicho datagrama atraviesa una red que tiene un MTU de 4KB, ¿Cuántos paquetes se generarían? ¿Qué campos del datagrama IP varían respecto al mostrado en el caso anterior y cómo?

a)

$$10 \text{ KB} = 10000 \text{ Bytes} + 4 \cdot 5^* = 10020 \text{ Bytes}$$

Me lo  
invento



b)

Si el datagrama atraviesa una red que tiene un MTU de 4 KB, se generaría 3 paquetes debido a la fragmentación.

Los campos del datagrama IP que variarían con respecto al mostrado en el caso anterior serían principalmente la bandera de fragmentación y el desplazamiento, ya que estos campos controlan cómo se fragmenta y reensambla el datagrama en la red. El campo de longitud total también varía dependiendo de cuánto espacio de datos se incluya en cada fragmento.

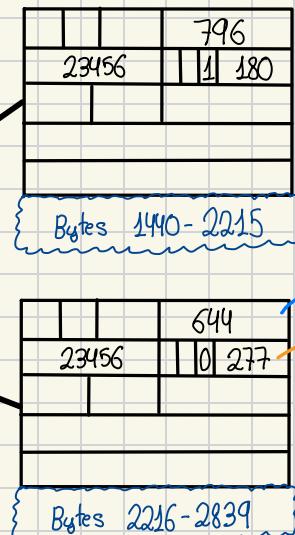
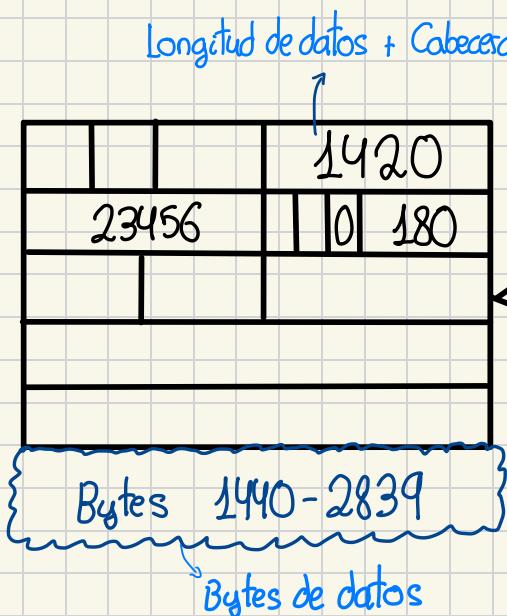
4

**Ejercicio 4:** Indica el valor de los campos de la cabecera (nº secuencia, MF y Desplazamiento) y el tamaño del campo de datos de los fragmentos resultantes del proceso de fragmentación de un datagrama de 1420 bytes cuyos campos de la cabecera tienen los siguientes valores: (Cabecera del datagrama original): Nº secuencia = 23456, Más Frag. = 0, Desplazamiento= 180 y cuyo campo de datos transporta 1400 bytes. La fragmentación se produce cuando el datagrama debe ser enviado a través de una red con MTU = 800 bytes.

$$\text{MTU} = 800 \text{ B} \rightarrow 800 - 20 \text{ (cab)} = 780 \text{ Bytes}$$

$$780/8 = 97'5 \rightarrow 97 \cdot 8 = 776 \rightarrow \text{Tamaño del fragmento de datos}$$

$$776 + 20 = 796 \rightarrow \text{Tamaño total trama}$$



$$1400 - 776 = 624 + 20 = 644 \text{ B}$$

2216 18  
61 277  
56  
70

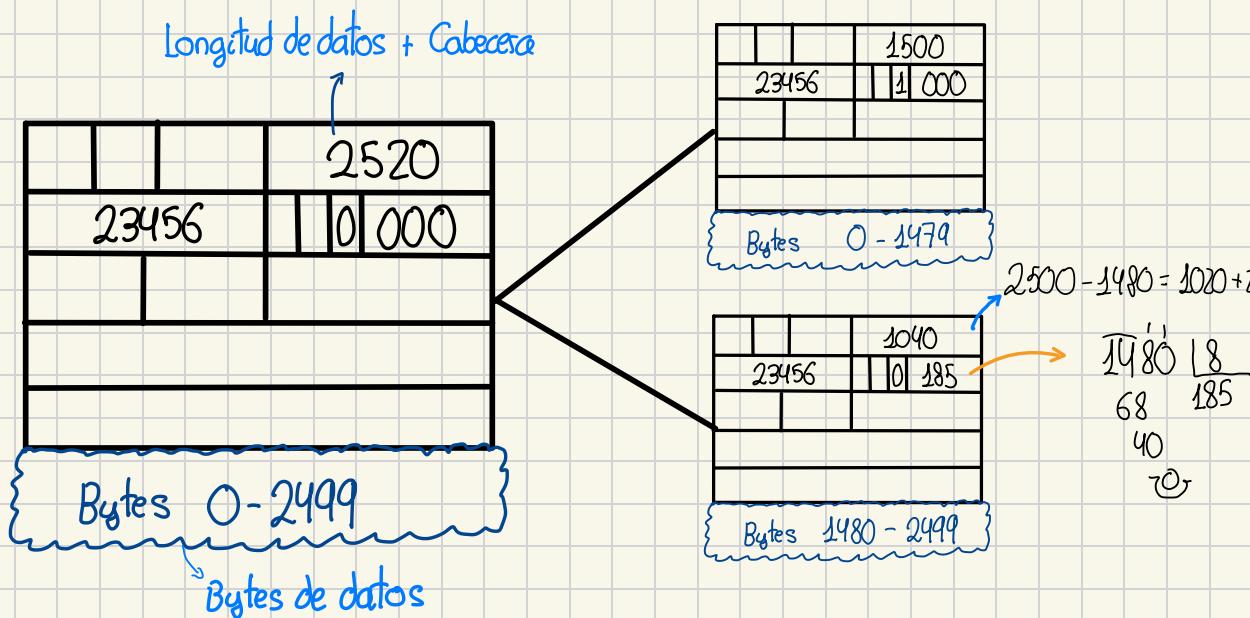
**5**

**Ejercicio 5:** Indica el valor de los campos de la cabecera (nº secuencia, MF y Desplazamiento) y el tamaño del campo de datos de los fragmentos resultantes del proceso de fragmentación: de un datagrama de 2520 bytes cuyos campos de la cabecera tienen los siguientes valores: (Cabecera del datagrama original): Nº secuencia = 23456, Más Frag. = 0, Desplazamiento= 0 y cuyo campo de datos transporta 2500 bytes. La fragmentación se produce cuando el datagrama debe ser enviado a través de una red con MTU = 1500 bytes.

$$MTU = 1500 \text{ B} \rightarrow 1500 - 20 \text{ (cab)} = 1480 \text{ Bytes}$$

$$1480/8 = 185 \rightarrow 1480 \rightarrow \text{Tamaño del fragmento de datos}$$

$$1480 + 20 = 1500 \rightarrow \text{Tamaño total trama}$$

**6**

**Ejercicio 6:** Indica el valor de los campos de la cabecera (nº secuencia, MF y Desplazamiento) y el tamaño del campo de datos de los fragmentos resultantes del proceso de fragmentación:

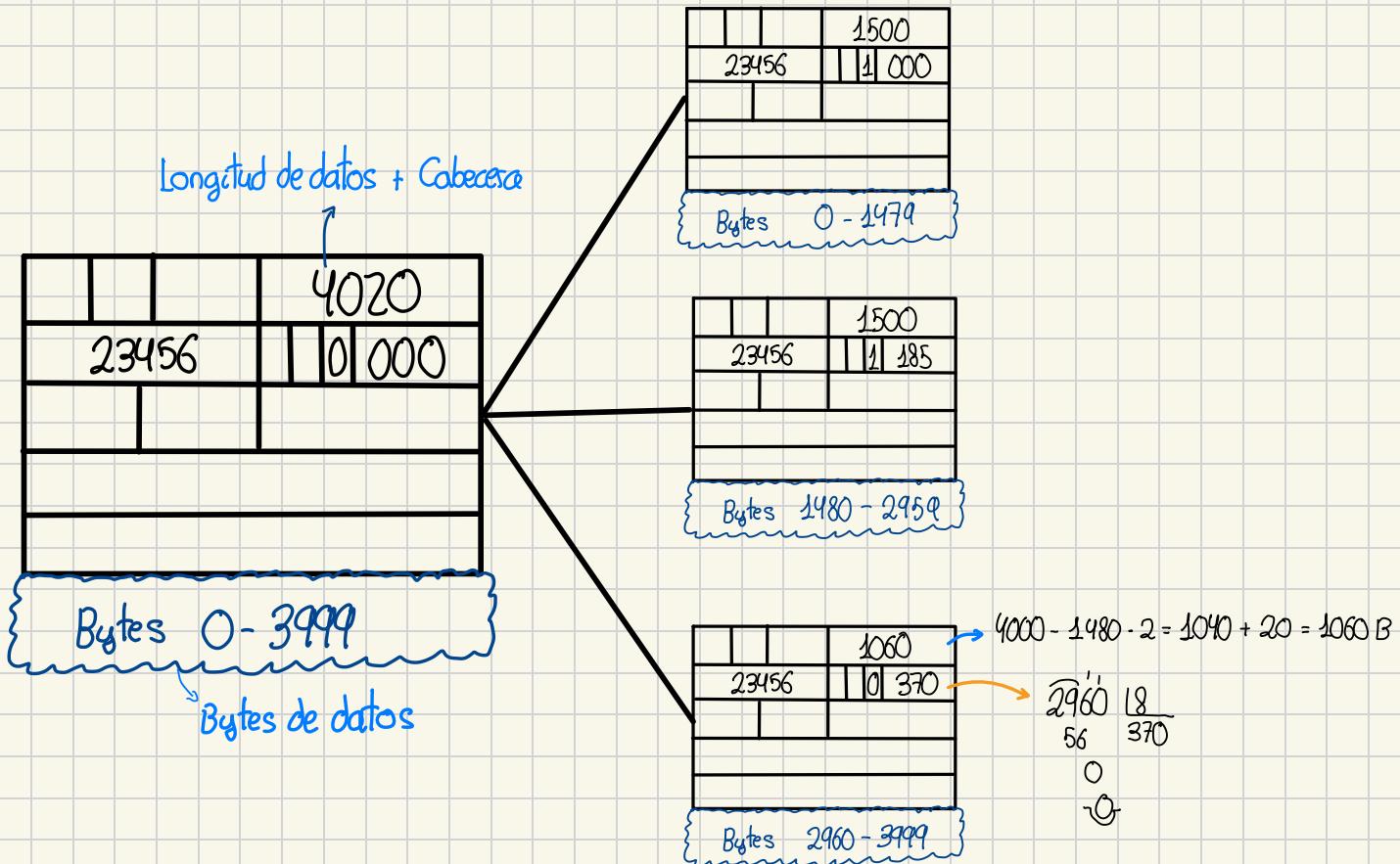
a) De un datagrama de 4020 bytes cuyos campos de la cabecera tienen los siguientes valores: (Cabecera del datagrama original): Nº secuencia = 23456, Más Frag. = 0, Desplazamiento = 0 y cuyo campo de datos transporta 4000 bytes. La fragmentación se produce cuando el datagrama debe ser enviado a través de una red con MTU = 1500 bytes.

b) Antes de llegar a destino, uno de los fragmentos (el primero) debe ser fragmentado de nuevo, ya que debe atravesar una red con MTU = 500.

a)  $MTU = 1500 \text{ B} \rightarrow 1500 - 20 \text{ (cab)} = 1480 \text{ Bytes}$

$$1480/8 = 185 \rightarrow 1480 \rightarrow \text{Tamaño del fragmento de datos}$$

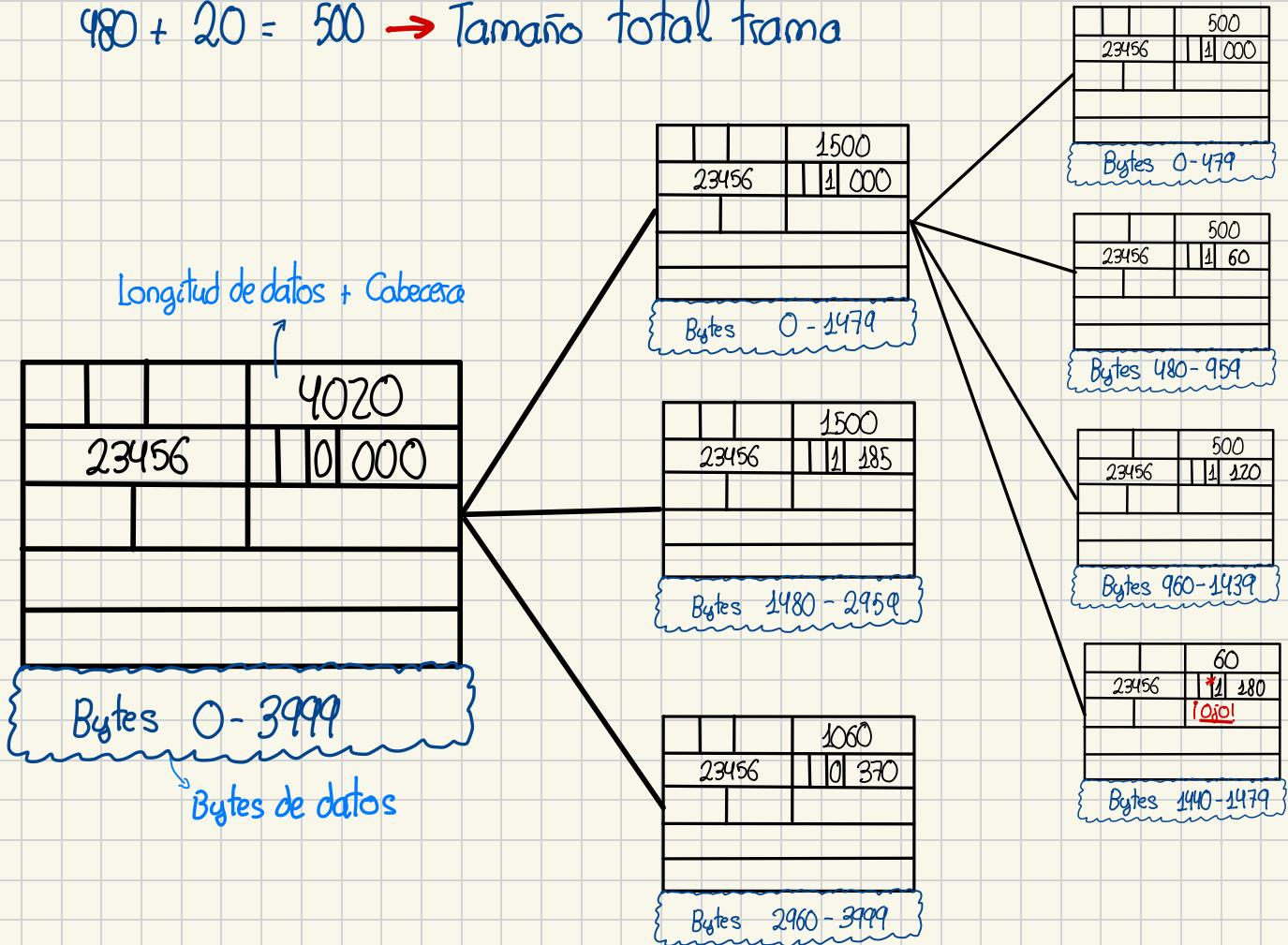
$$1480 + 20 = 1500 \rightarrow \text{Tamaño total trama}$$



b)  $\text{MTU} = 500 \text{ B} \rightarrow 500 - 20 \text{ (cab)} = 480 \text{ Bytes}$

$480/8 = 60 \rightarrow 480 \rightarrow \text{Tamaño del fragmento de datos}$

$480 + 20 = 500 \rightarrow \text{Tamaño total trama}$



7

**Ejercicio 7:** Si disponemos del rango de direcciones 192.168.100.0 a 192.168.100.255 y vamos a utilizar la máscara de subred 255.255.255.192, ¿cuántas subredes podemos tener? y ¿cuántos equipos podemos tener por subred?

Para determinar cuántas subredes podemos tener y cuántos equipos podemos tener por subred, primero necesitamos identificar la cantidad de bits prestados para la máscara de subred 255.255.255.192.

La máscara de subred 255.255.255.192 se convierte a binario como sigue:

$$255.255.255.192 = 11111111.11111111.11111111.11000000$$

Como la dirección es de clase C, significa que hay 26 bits en total para la parte de la red (los primeros 24 bits) y la parte del host (los últimos 8 bits), pero para la parte del host, se están utilizando sólo 2 bits de los 8 disponibles (debido a los unos en la máscara). Por lo tanto, 2 bits se han prestado de la parte del host para crear subredes.

Para calcular la cantidad de subredes, utilizamos la fórmula  $2^b$ , donde "b" es el número de bits prestados para las subredes. En este caso, b es igual a 2, por lo que:

$$\text{Subredes} = 2^2 = 4 \text{ subredes} //$$

Para calcular la cantidad de equipos por subred, utilizamos la fórmula  $2^h$ , donde "h" es el número de bits restantes para los hosts. En este caso, hay 6 bits restantes para los hosts (8 bits en total para la parte del host, menos los 2 bits prestados para las subredes), por lo que:

$$\text{Equipos por subred} = 2^6 - 2 = 62 \text{ equipos,}$$

↑  
¡Ojo! Restar direcciones 000000 y 111111

8

**Ejercicio 8:** Dada la red 172.16.0.0 con máscara 255.255.224.0:

- a) Exprese la dirección de la red utilizando el formato CIDR
- b) Indique cuáles de las siguientes direcciones están en esa red y cuáles no:
  - a. 172.17.15.73
  - b. 172.16.1.2
  - c. 255.255.255.255
  - d. 172.16.254.3
  - e. 172.16.31.254
  - f. 127.0.0.1
  - g. 172.16.32.6

a)

Para expresar la dirección de la red en formato CIDR, necesitamos contar el número de bits consecutivos de la máscara de subred.

En este caso, la máscara de subred es 255.255.224.0, que en binario es 1111111.1111111.1100000.0000000.

Esto significa que hay 19 bits consecutivos de red (los primeros 19 bits) y 13 bits para hosts.

Por lo tanto, la dirección de la red en formato CIDR sería 172.16.0.0/19.

b)

- a. 172.17.15.73: Esta dirección no está en la red 172.16.0.0/19, ya que pertenece a la red 172.17.0.0.
- b. 172.16.1.2: Esta dirección está en la red 172.16.0.0/19.
- c. 255.255.255.255: Esta dirección no está en la red 172.16.0.0/19, ya que es una dirección de difusión y no representa un host específico en una red.
- d. 172.16.254.3: Esta dirección está en la red 172.16.0.0/19.
- e. 172.16.31.254: Esta dirección está en la red 172.16.0.0/19.
- f. 127.0.0.1: Esta dirección no está en la red 172.16.0.0/19, ya que pertenece a la red loopback (localhost).
- g. 172.16.32.6: Esta dirección no está en red 172.16.0.0/19, ya que el rango de la red termina en 172.16.31.255.

9

**Ejercicio 9:** Determine la tabla de encaminamiento de los nodos A, B, C y R en el escenario de la figura. Indique la secuencia de comandos necesaria en Linux para actualizar las tablas de encaminamiento en los nodos mencionados.

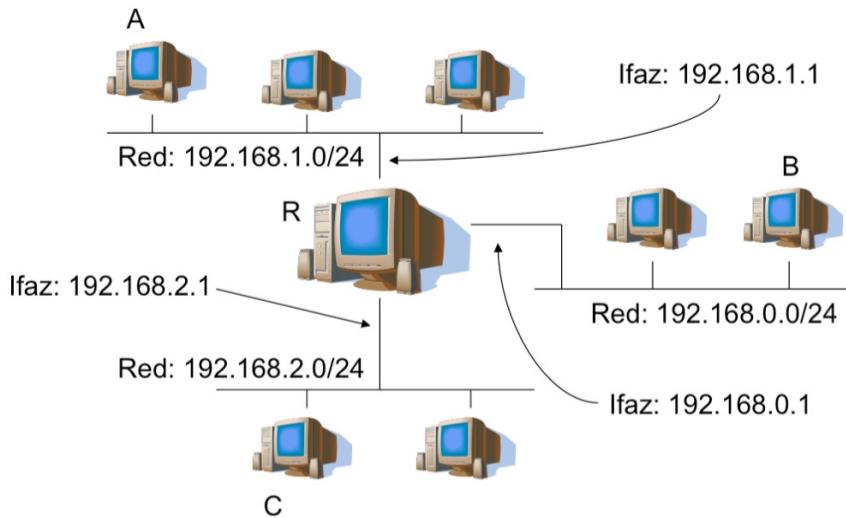


Tabla del nodo A :

Id de Red	Máscara	Sig. Salto
192.168.0.0	/24	192.168.1.1
192.168.1.0	/24	Entrega Directa
192.168.2.0	/24	192.168.1.1

Tabla del nodo B :

Id de Red	Máscara	Sig. Salto
192.168.0.0	/24	Entrega Directa
192.168.1.0	/24	192.168.0.1
192.168.2.0	/24	192.168.0.1

Tabla del nodo C:

Id de Red	Máscara	Sig. Salto
192.168.0.0	/24	192.168.2.1
192.168.1.0	/24	192.168.2.1
192.168.2.0	/24	Entrega Directa

Tabla del nodo R:

Id de Red	Máscara	Sig. Salto
192.168.0.0	/24	192.168.0.1
192.168.1.0	/24	192.168.1.1
192.168.2.0	/24	192.168.2.1

10

**Ejercicio 10:** Determine la tabla de encaminamiento de los nodos A, B, C, D, E y F en el escenario de la figura para conseguir que todos los nodos puedan intercambiar información entre ellos. Indique la secuencia de comandos necesaria en Linux para actualizar las tablas de encaminamiento en los nodos mencionados.

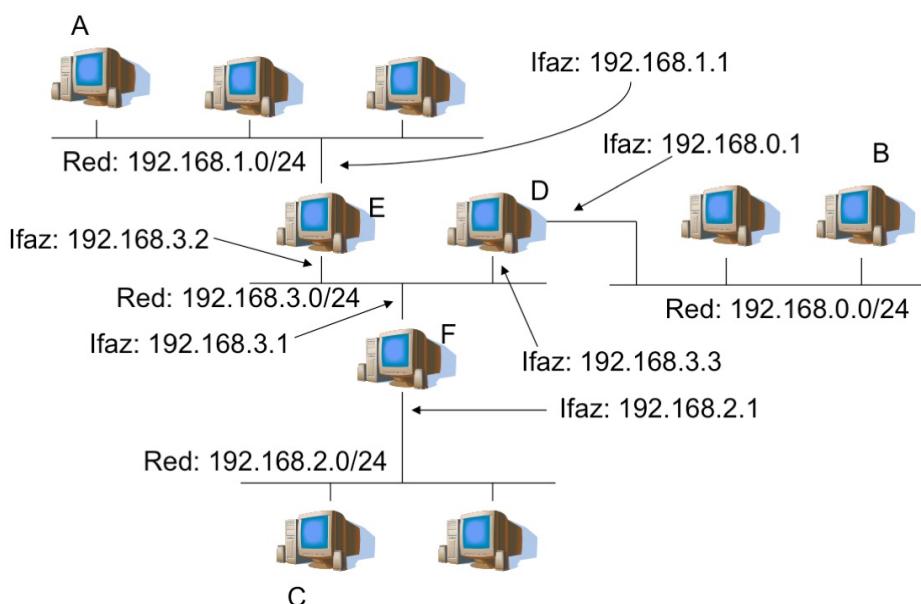


Tabla del nodo A:

Id de Red	Máscara	Sig. Salto
192.168.0.0	/24	192.168.1.1
192.168.1.0	/24	Entrega Directa
192.168.2.0	/24	192.168.1.1
192.168.3.0	/24	192.168.1.1

Tabla del nodo B:

Id de Red	Máscara	Sig. Salto
192.168.0.0	/24	Entrega Directa
192.168.1.0	/24	192.168.0.1
192.168.2.0	/24	192.168.0.1
192.168.3.0	/24	192.168.0.1

Tabla del nodo C:

Id de Red	Máscara	Sig. Salto
192.168.0.0	/24	192.168.2.1
192.168.1.0	/24	192.168.2.1
192.168.2.0	/24	Entrega Directa
192.168.3.0	/24	192.168.2.1

**¡ojo!**

Usamos la columna de interfaz cuando el nodo tiene 2 interfaces seguidas (sin ningún nodo intermedio)

Tabla del nodo D:

Id de Red	Máscara	Sig. Salto	Interfaz
192.168.0.0	/24	Entrega Directa	192.168.0.1
192.168.1.0	/24	192.168.3.2	192.168.3.3
192.168.2.0	/24	192.168.3.1	192.168.3.3
192.168.3.0	/24	Entrega Directa	192.168.3.3

Tabla del nodo E:

Id de Red	Máscara	Sig. Salto	Interfaz
192.168.0.0	/24	192.168.3.3	192.168.3.2
192.168.1.0	/24	Entrega Directa	192.168.1.1
192.168.2.0	/24	192.168.3.1	192.168.3.2
192.168.3.0	/24	Entrega Directa	192.168.3.2

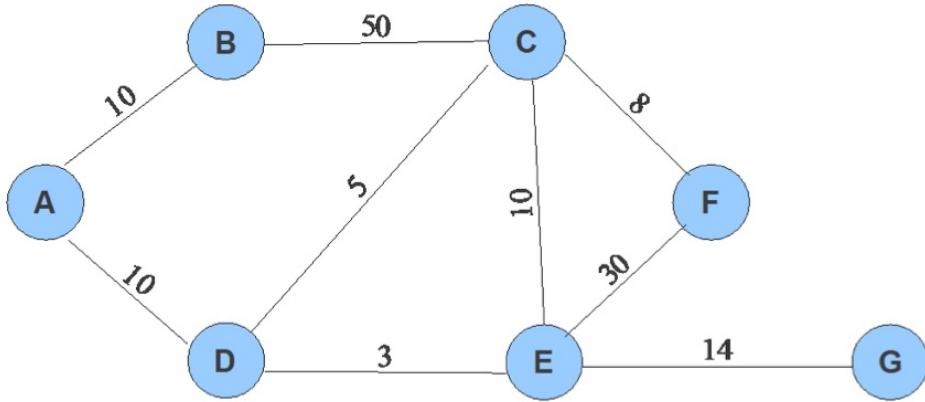
Tabla del nodo F:

Id de Red	Máscara	Sig. Salto	Interfaz
192.168.0.0	/24	192.168.3.3	192.168.3.1
192.168.1.0	/24	192.168.3.2	192.168.3.1
192.168.2.0	/24	Entrega Directa	192.168.2.1
192.168.3.0	/24	Entrega Directa	192.168.3.1

# 11

**Ejercicio 11:** Dada el esquema mostrado a continuación que representa la interconexión de diferentes redes, responda las siguientes cuestiones:

- Si utilizáramos el algoritmo de encaminamiento de inundación ¿en cuántos saltos tardaría en llegar un paquete del A a G? ¿cuántos envíos habrá generado el algoritmo hasta el momento en que el paquete llega a G (ignore los pesos del grafo, es decir, cada salto se hace en una unidad de tiempo)?
- Utilizando el algoritmo de encaminamiento de vector de distancias con los coste indicados en el grafo, ¿cómo serían las tablas iniciales de cada nodo? ¿cuál sería el estado estable que se alcanza? (indique las tablas intermedias hasta ese estado estable). Para realizar este apartado considere sólo es subgrafo que incluye los nodos A a E.
- Suponga la situación estable del apartado anterior como escenario de partida y simule que se incorpora el nodo G. ¿cómo cambian las tablas?
- Utilizando el algoritmo basado en estado del enlace, calcule el árbol del camino más corto que se generaría para el nodo A.



a)

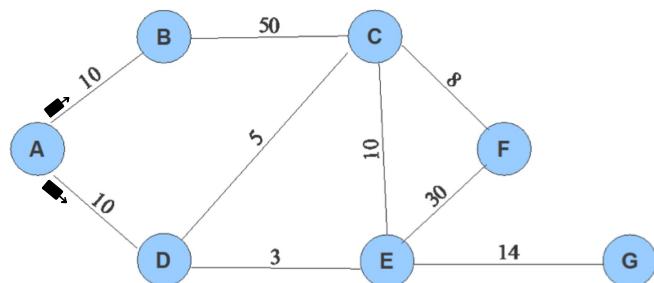
El algoritmo de inundación funciona de la siguiente manera:

- \* Nodo envía 1 o más paquetes a los nodos adyacentes.
- \* Nodo no puede enviar 1 paquete al nodo emisor que ha enviado a éste recientemente, pero sí puede enviar al nodo emisor si le ha llegado el paquete de otro nodo adyacente.

Por ejemplo, en el caso de que D reciba 2 paquetes, uno de A y otro de E, tendría que enviar 1 paquete a A (porque recibe uno de E), 1 paquete a E (porque recibe uno de A) y 2 paquetes a C.

- Los envíos de paquetes siguen esta secuencia:

1)

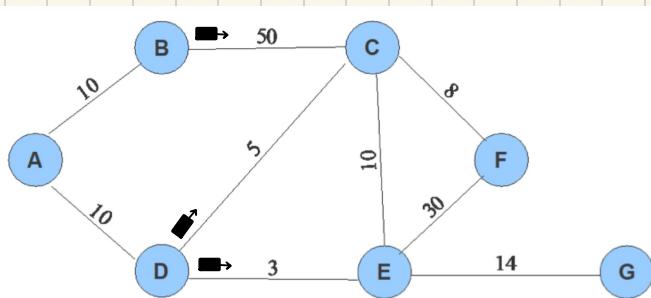


A envía a B y D

Envíos = 2

**¡ojo!** B no envía a A porque B es su nodo emisor  
y no le llegan paquetes de otros nodos.

2)

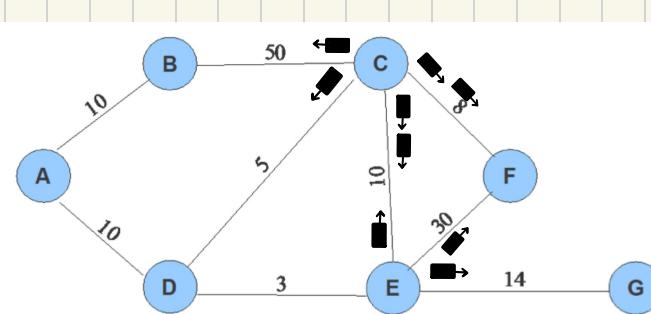


B envía a C

D envía a C,E

Envíos = 3

3)



C envía a B,D,E,F

E envía a C,F,G

Ahora C puede enviar a B,  
porque le llega 1 paquete  
del nodo E.

Envíos = 9

Tardaríamos en llegar del nodo A  
al nodo G en tres saltos (A → D → E → G)

Total Envíos = 2 + 3 + 9 = 14 envíos

b)

## Tablas iniciales:

Hacia Coste Sig.

A	10	-
B	0	-
C	50	-
D	$\infty$	-
E	$\infty$	-

Hacia Coste Sig.

A	$\infty$	-
B	50	-
C	0	-
D	5	-
E	10	-

Hacia Coste Sig.

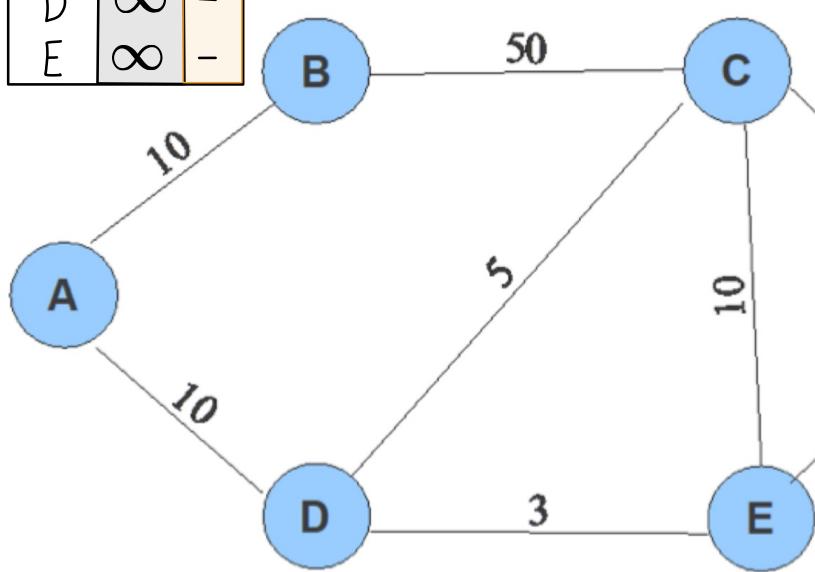
A	0	-
B	10	-
C	$\infty$	-
D	10	-
E	$\infty$	-

Hacia Coste Sig.

A	10	-
B	$\infty$	-
C	5	-
D	0	-
E	3	-

Hacia Coste Sig.

A	$\infty$	-
B	$\infty$	-
C	10	-
D	3	-
E	0	-



## Estados Estables de las tablas:

Hacia Coste Sig.

A	10	-
B	0	-
C	25	A
D	20	A
E	23	A

Hacia Coste Sig.

A	15	D
B	25	D
C	0	-
D	5	-
E	8	D

Hacia Coste Sig.

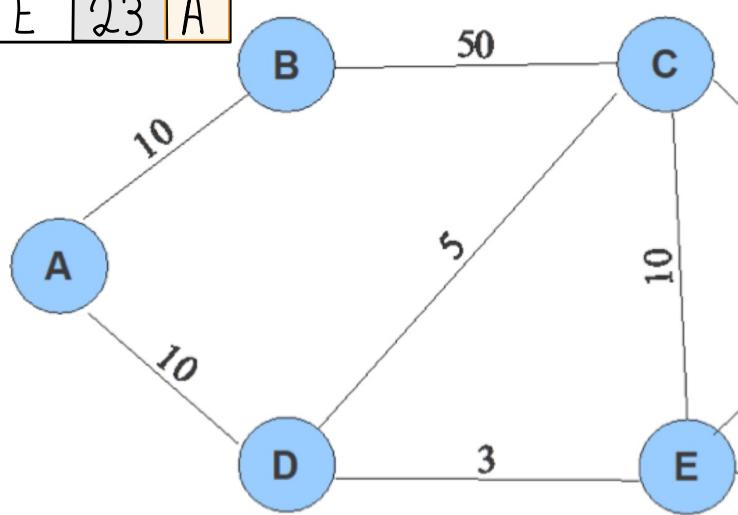
A	0	-
B	10	-
C	15	C
D	10	-
E	13	D

Hacia Coste Sig.

A	10	-
B	20	A
C	5	-
D	0	-
E	3	-

Hacia Coste Sig.

A	13	D
B	23	D
C	8	D
D	3	-
E	0	-



c)

Hacia Coste Sig.

A	10	-
B	0	-
C	25	A
D	20	A
E	23	A
G	37	A

Hacia Coste Sig.

A	15	D
B	25	-
C	0	-
D	5	-
E	8	D
G	22	D

Hacia Coste Sig.

A	0	-
B	10	-
C	15	D
D	10	-
E	13	D
G	27	D

Hacia Coste Sig.

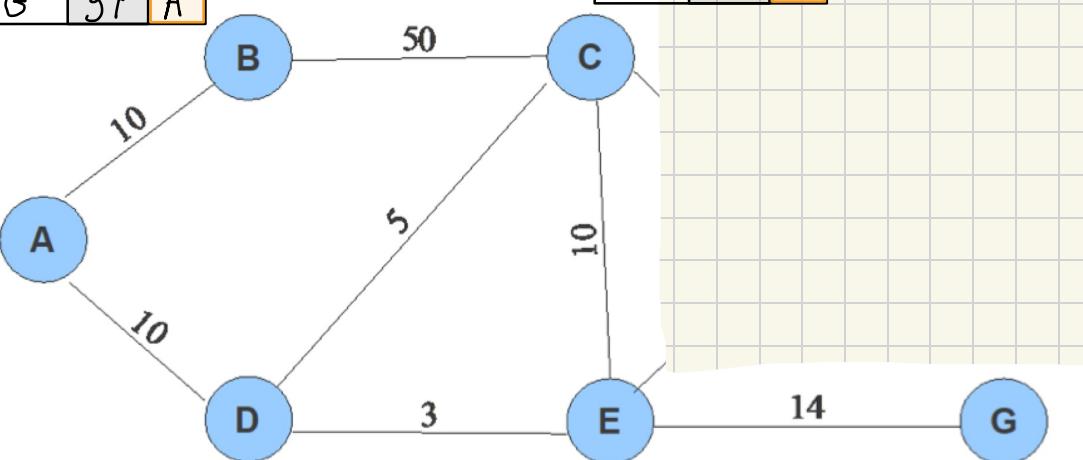
A	10	-
B	20	A
C	5	-
D	0	-
E	3	-
G	17	E

Hacia Coste Sig.

A	13	D
B	23	D
C	8	D
D	0	-
E	3	-
G	14	-

Hacia Coste Sig.

A	27	E
B	37	E
C	22	E
D	17	E
E	14	E
G	0	-



d)

Anoto los paquetes de estados de enlace que genera cada nodo (LSP).

El paquete LSP indica la identidad (quién lo envía) y la lista de sus vecinos, además de sus distancias a ellos (coste de los enlaces directos).

## Paquetes LSP:

A	
Nodo	Coste
B	10
D	10

B	
Nodo	Coste
A	10
C	50

C	
Nodo	Coste
B	50
D	5
E	10
F	8

D	
Nodo	Coste
A	10
C	5
E	3

E	
Nodo	Coste
C	10
D	3
F	30
G	14

F	
Nodo	Coste
C	8
E	30

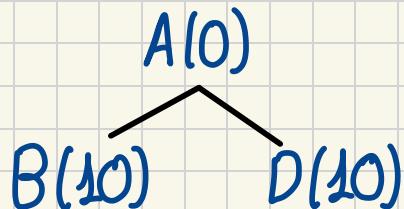
G	
Nodo	Coste
E	14

Si nos centramos en A, veremos cómo una vez que A ha recibido todos estos paquetes de sus vecinos, genera un árbol de rutas óptimas desde él mismo al resto de nodos.

Vamos a seguir los siguientes pasos:

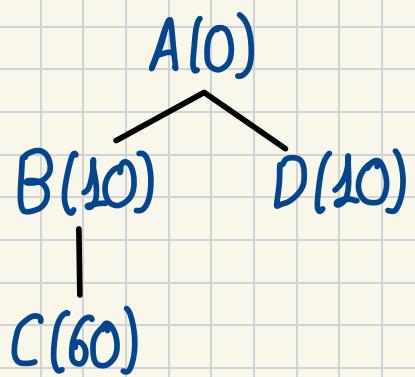
1)

Colocamos A en la raíz del árbol. Examinamos el LSP de A y colocamos vecinos con el coste hasta el origen.

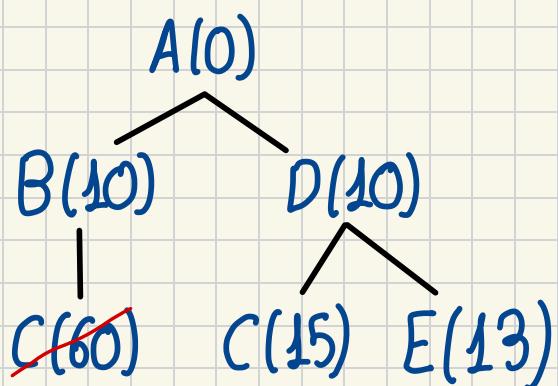


2)

Examinamos el LSP de B y colocamos los nuevos vecinos con el coste hasta el origen.

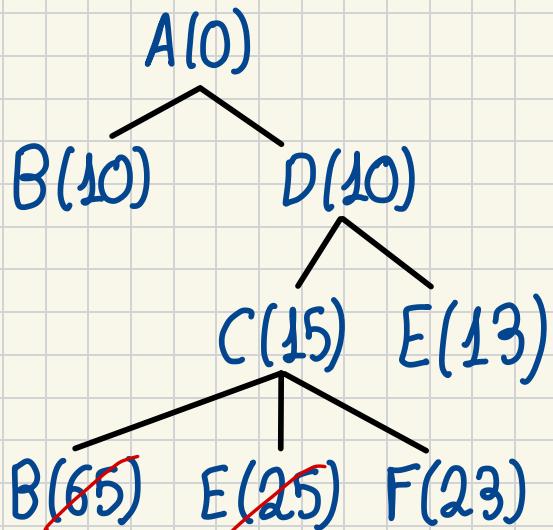


- 3) Examinamos el LSP de D y colocamos los nuevos vecinos con el coste hasta el origen.



Como hemos encontrado una ruta a C mejor que la anterior, se elimina la peor.

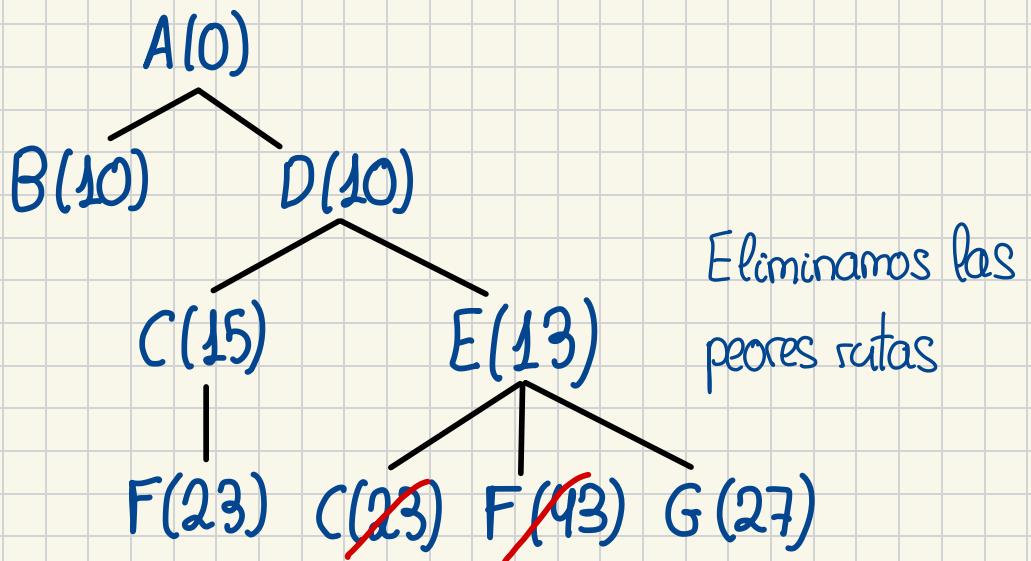
- 4) Examinamos el LSP de C y colocamos los nuevos vecinos con el coste hasta el origen.



Eliminamos las peores rutas

5)

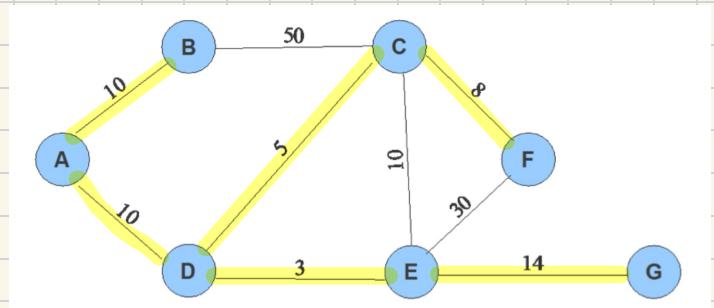
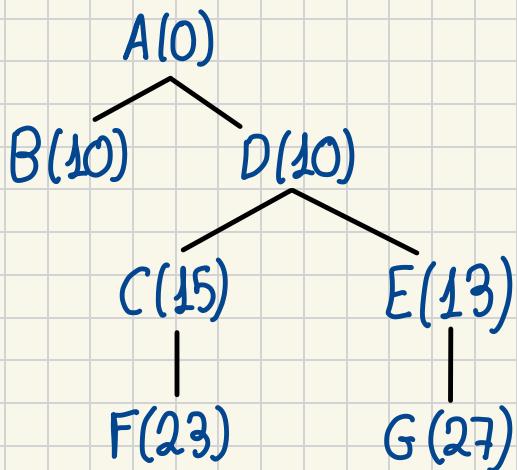
Examinamos el LSP de E y colocamos los nuevos vecinos con el coste hasta el origen.



6)

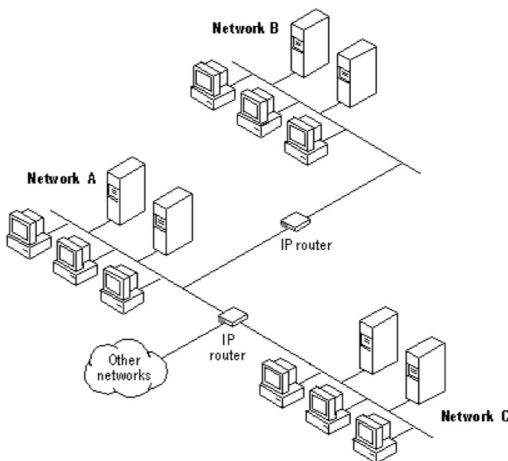
Examinamos el LSP de F y no colocamos los nuevos vecinos con el coste hasta el origen, porque G solo está conectado con E, por tanto, no hay ninguna modificación en el árbol.

Así, el árbol resultante del camino más corto que se generaría para el nodo A es:



**12**

**Ejercicio 12:** Suponga la siguiente configuración, donde la red A puede tener hasta 10 equipos, la B hasta 100 y la C hasta 50. Si dispone de cualquier rango de direcciones privadas sin restricción ¿qué subred asignaría a cada una? y ¿si se le solicita que use el menor número de direcciones? ¿Cuál sería la tablas de enrutamiento para los routers en el primer caso?



Direcciones privadas :

RED	RANGO	TOTAL
100.0.0/8	10.0.0.0 a 10.255.255.255	$2^{24}$
172.16.0.0/12	172.16.0.0 a 172.31.255.255	$2^{20}$
192.168.0.0/16	192.168.0.0 a 192.168.255.255	$2^{16}$

Red A :

Necesito direcciones para 10 dispositivos, 2 routers y 2 (id. red y broadcast), lo que en total son 14 direcciones.

Red B :

Necesito direcciones para 100 dispositivos, 1 router y 2 (id. red y broadcast), lo que en total son 103 direcciones.

### Red C:

Necesito direcciones para 50 dispositivos, 1 router y 2 (id. red y broadcast), lo que en total son 53 direcciones.

En total, vamos a necesitar 170 direcciones ( $14 + 103 + 53$ ), por lo que elegiremos el bloque de direcciones privadas  $192.168.0.0/16$ .

#### I) ¿Qué subred asignaría a cada una?

Red A →  $192.168.0.0/24$

Red B →  $192.168.1.0/24$

Red C →  $192.168.2.0/24$

Con esta asignación bruta (no eficiente), cada red puede asignar un máximo de 253 IPs.

#### II) Si se le solicita que use el menor número de direcciones?

Red A = 14 direcciones →  $2^4 = 16$  → Máscara:  $32 - 4 = 28$

Red B = 103 direcciones →  $2^7 = 128$  → Máscara:  $32 - 7 = 25$

Red C = 53 direcciones →  $2^8 = 64$  → Máscara:  $32 - 6 = 26$

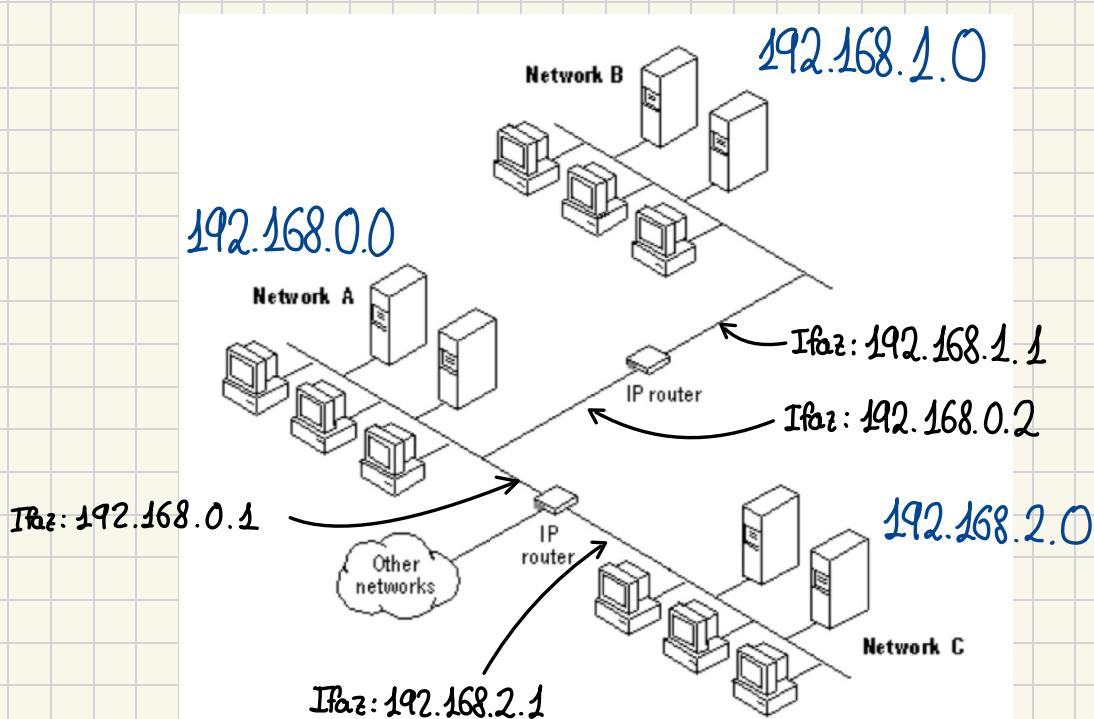
Las redes se asignan de mayor a menor número de equipos:

Red B: 192.168.0.0/25 Rango: 192.168.0.0 a 192.168.0.127

Red C: 192.168.0.128/26 Rango: 192.168.0.128 a 192.168.0.191

Red A: 192.168.0.192/28 Rango: 192.168.0.192 a 192.168.0.207

III) ¿Cuáles serían las tablas de enrutamiento para los routers en el primer caso?



Router AB

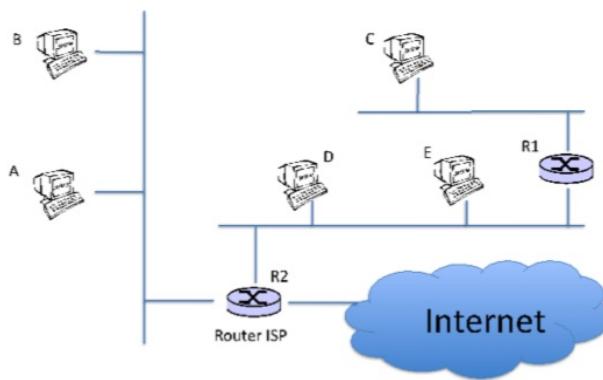
RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
192.168.0.0	124	Entrega Directa	192.168.0.2
192.168.1.0	124	Entrega Directa	192.168.1.1
192.168.2.0	124	192.168.0.1	192.168.0.2

## Router AC

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
192.168.0.0	/24	Entrega Directa	192.168.0.1
192.168.1.0	/24	192.168.0.2	192.168.0.1
192.168.2.0	/24	Entrega Directa	192.168.2.1

13

**Ejercicio 13:** Una empresa pide que se le configuren los ordenadores para que puedan trabajar en una red con arquitectura TCP/IP. La empresa tiene tres LANs conectadas como se muestra en la figura. Una de las redes se encuentra conectada a Internet por medio de un *router* que ha proporcionado el ISP y al cual el ISP le ha asignado una dirección IP válida en Internet.



El objetivo es que todos los ordenadores de la empresa puedan comunicarse entre sí y, además, que todos los ordenadores tengan acceso a Internet. Para conseguir esto se pide:

- a) Asignar direcciones IP privadas y máscaras de red a todas las interfaces de red de los ordenadores y routers que aparecen en la figura (excepto a la interfaz de red que sirve de vínculo con Internet).
- b) Escribir las tablas de encaminamiento de los routers R1 y R2 y de un ordenador de cada LAN.
- c) ¿Qué mecanismo usa el router del ISP para hacer posible que las máquinas tengan acceso a Internet a pesar de tener direcciones IP privadas?

a)

Elijo la red 192.168.0.0/16.

Rango: 192.168.0.0 a 192.168.255.255

Como el enunciado no nos especifica que la asignación sea eficiente, voy a hacer una asignación bruta:

Red 1 (A-B): 192.168.0.0 /24 [192.168.0.0 - 192.168.0.255]

Red 2 (C): 192.168.1.0 /24 [192.168.0.0 - 192.168.1.255]

Red 3 (D-E): 192.168.2.0 /24 [192.168.0.0 - 192.168.2.255]

## Red 1

ID. RED: 192.168.0.0

BROADCAST: 192.168.0.255

ROUTER R2: 192.168.0.1

ORDENADOR A: 192.168.0.2

ORDENADOR B: 192.168.0.3

## Red 2

ID. RED: 192.168.1.0

BROADCAST: 192.168.1.255

ROUTER R1: 192.168.1.1

ORDENADOR C: 192.168.1.2

## Red 3

ID. RED: 192.168.2.0

BROADCAST: 192.168.2.255

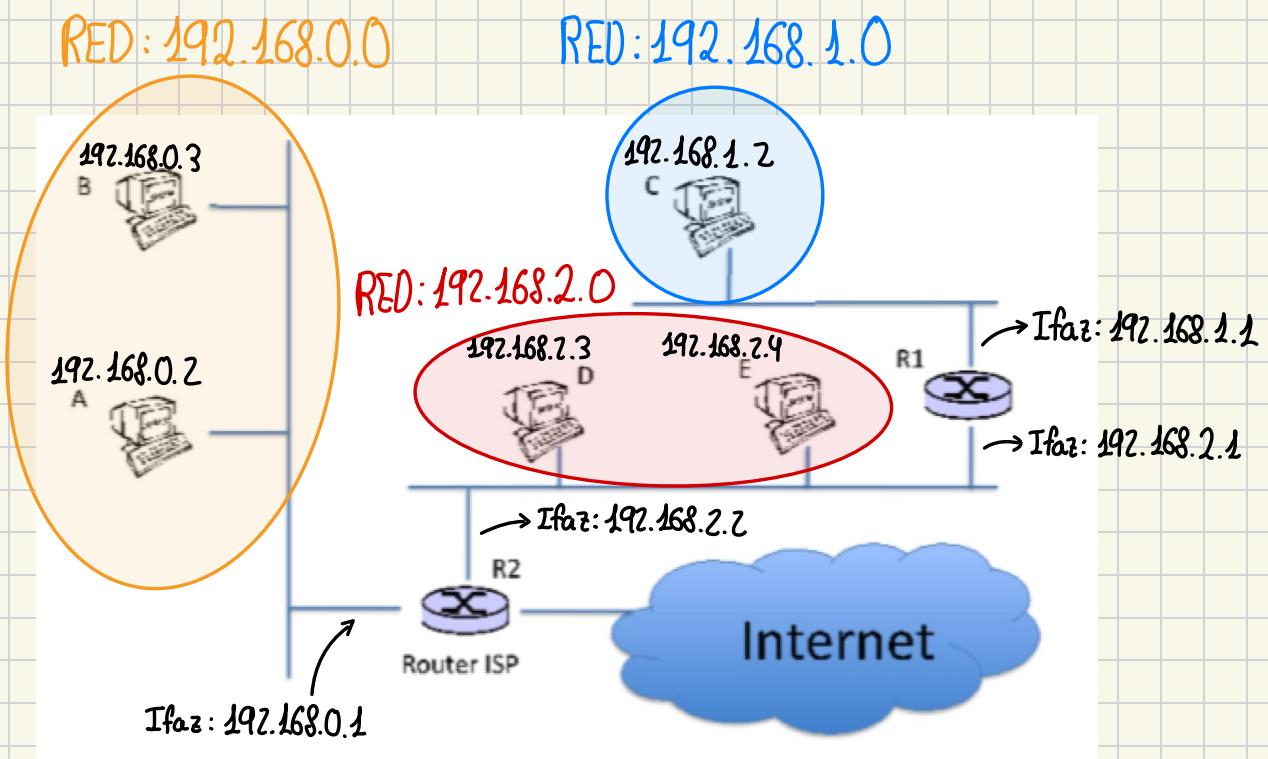
ROUTER R1: 192.168.2.1

ROUTER R2: 192.168.2.2

ORDENADOR A: 192.168.2.3

ORDENADOR B: 192.168.2.4

b)



## ROUTER R1

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
192.168.0.0	124	192.168.2.2	192.168.2.1
192.168.1.0	124	Entrega Directa	192.168.1.1
192.168.2.0	124	Entrega Directa	192.168.2.1
DEFAULT	—	192.168.2.2	192.168.2.1

## ROUTER R2

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
192.168.0.0	124	Entrega Directa	192.168.0.1
192.168.1.0	124	192.168.2.1	192.168.2.2
192.168.2.0	124	Entrega Directa	192.168.2.2
DEFAULT	—	ISP	IP Externa

PC A

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
192.168.0.0	124	Entrega Directa	192.168.0.2
192.168.1.0	124	192.168.0.1	192.168.0.2
192.168.2.0	124	192.168.0.1	192.168.0.2
DEFAULT	—	192.168.0.1	192.168.0.2

PC C

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
192.168.0.0	124	192.168.1.1	192.168.1.2
192.168.1.0	124	Entrega Directa	192.168.1.2
192.168.2.0	124	192.168.1.1	192.168.1.2
DEFAULT	—	192.168.1.1	192.168.1.2

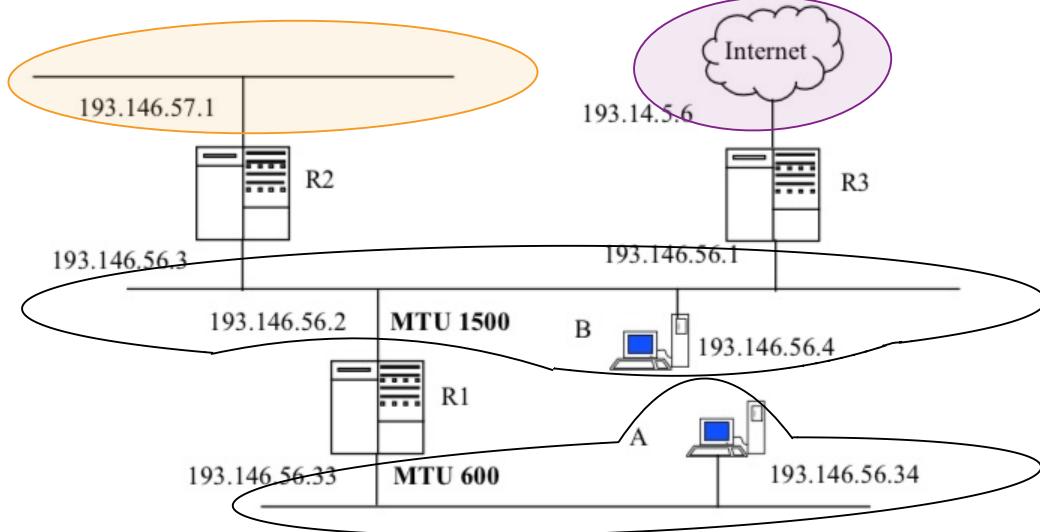
PC D

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
192.168.0.0	124	192.168.2.2	192.168.2.3
192.168.1.0	124	192.168.2.1	192.168.2.3
192.168.2.0	124	Entrega Directa	192.168.2.3
DEFAULT	—	192.168.2.2	192.168.2.3

c) Usa el mecanismo NAT (Network Address Translation).

# 14

**Ejercicio 14:** Dada la red de la figura y las tablas de encaminamiento asociadas:



**Tabla A**

193.146.56.32/27	Entrega directa	193.146.56.34
defecto	193.146.56.33	193.146.56.34

**Tabla R1**

193.146.56.32/27	Entrega Directa	193.146.56.33
193.146.56.0/27	Entrega Directa	193.146.56.2
defecto	193.146.56.1	193.146.56.2

**Tabla R2**

193.146.57.0/24	Entrega Directa	193.146.57.1
193.146.56.0/24	Entrega Directa	193.146.56.3
defecto	193.146.56.1	193.146.56.3

**Tabla R3**

193.146.57.0/24	193.146.56.3	193.146.56.1
193.146.56.0/24	Entrega directa	193.146.56.1
defecto	193.146.56.1	193.146.56.3

Se hacen las siguientes pruebas utilizando el comando ping para generar datagramas IP. Si la respuesta al comando es positiva significa que el datagrama ha conseguido llegar a su destino y éste a su vez ha sido capaz de generar un datagrama de respuesta. Si la respuesta es negativa, pudo haber ocurrido algún problema tanto en el envío de la petición como al enviar la respuesta.

R1% ping 193.146.56.34	(funciona bien)
R1% ping 193.146.56.3	(funciona bien)
R1% ping 193.146.56.1	(funciona bien)
R1% ping 19.1.5.4	(funciona bien)
A % ping 193.146.56.33	(funciona bien)
A % ping 193.146.56.34	(funciona bien)
A % ping 193.146.56.3	(NO funciona bien)
A % ping 19.1.5.4	(NO funciona bien)

Se pide:

- Para cada una de las pruebas efectuadas: dar de forma razonada el camino que han seguido la petición y la respuesta y en cada router intermedio, indicar por qué entrada se ha encaminado el datagrama y por qué ha funcionado o no ha funcionado bien.
- Modifique las tablas de encaminamiento para que funcionen todos los comandos.
- Indicar el contenido de la cache ARP de A y R1 después de estas pruebas.

a) Ping de R1 a 193.146.56.34 (A):

- IDA :

R1 usa la primera entrada de su tabla y hace entrega directa a la red 193.146.56.32/27 y llega a A.

- VUELTA :

A usa la primera entrada de su tabla y hace entrega directa a 193.146.56.32/27 y llega a R1.

Ping de R1 a 193.146.56.3 (R2):

- IDA :

R1 usa la segunda entrada de su tabla y hace entrega directa a 193.146.56.0/27 y llega a R2.

- VUELTA :

R2 usa la segunda entrada de la tabla y hace entrega directa a 193.146.56.0/24 y llega a R1.

Ping de R1 a 193.146.56.1 (R3):

- IDA :

R1 usa la segunda entrada de su tabla y hace entrega directa a 193.146.56.0/27 y llega a R3.

- VUELTA:

R3 usa la segunda entrada de su tabla y hace entrega directa a 193.146.56.0/24 y llega a R1.

Ping a R1 a 19.1.5.4 (Externo):

- IDA:

R1 usa la tercera entrada de su tabla y hace entrega indirecta a 193.146.56.1 (R3).

R3 usa la tercera entrada de la tabla y hace entrega indirecta a 193.14.5.7 (Router ISP).

- VUELTA:

R3 usa la segunda entrada de su tabla y hace entrega directa a 193.146.56.0/24 y llega a R1.

Ping de A a 193.146.56.33 (R1):

- IDA:

A usa la primera entrada de su tabla y hace entrega directa a 193.146.56.32/27 y llega a R1.

- VUELTA:

R1 usa la primera entrada de la tabla y hace entrega directa a 193.146.56.32/27 y llega a A.

Ping de A a 193.146.56.34 (A):

Como la dirección de origen es igual a la de destino, el paquete no sale de la red.

Ping de A a 19.1.5.4 (Externo):

- IDA:

A usa la primera entrada de la tabla y hace entrega directa a 193.146.56.32/27 y le llega a R1.

R1 usa la segunda entrada de la tabla y hace entrega directa a 193.146.56.0/27 y llega a R2.

- VUELTA:

R2 usa la segunda entrada de la tabla y hace entrega directa a 193.146.56.0/24 y no llega al destino.

## Ping de A a 19.1.5.4 (Externo) :

### - IDA :

A usa la primera entrada de la tabla y hace entrega directa a 193.146.56.32/27 y llega a R1.

R1 usa la tercera entrada de la tabla y hace entrega indirecta a 193.146.56.1 (R3).

R3 usa la tercera entrada de la tabla y hace entrega indirecta a 193.14.5.7 (ROUTER- ISP).

### - VUELTA :

R3 usa la segunda entrada de la tabla y hace entrega directa a 193.146.56.0/24 y no llega al destino.

b)

El problema que radica en las tablas de R2 y R3 es que no distinguen entre las direcciones 193.146.56.0/27 y 193.146.56.32/27, ya que sólo consideran 193.146.56.0/24.

Entonces, quito la dirección 193.146.56.0/24 de las tablas de R2 y R3, y añado estas dos direcciones:

**Tabla R2**

193.146.57.0/24	Entrega Directa	193.146.57.1
<del>193.146.56.0/24</del>	<del>Entrega Directa</del>	<del>193.146.56.3</del>
defecto	193.146.56.1	193.146.56.3
193.146.56.0/27	Entrega Directa	193.146.56.3
193.146.56.3/27	193.146.56.2	193.146.56.3

**Tabla R3**

193.146.57.0/24	193.146.56.3	193.146.56.1
<del>193.146.56.0/24</del>	<del>Entrega directa</del>	<del>193.146.56.1</del>
defecto	193.145.7	193.145.6
193.146.56.0/27	Entrega Directa	193.146.56.1
193.146.56.0/27	193.146.56.2	193.146.56.1

c)

La caché de A contendría la dirección MAC de R1.

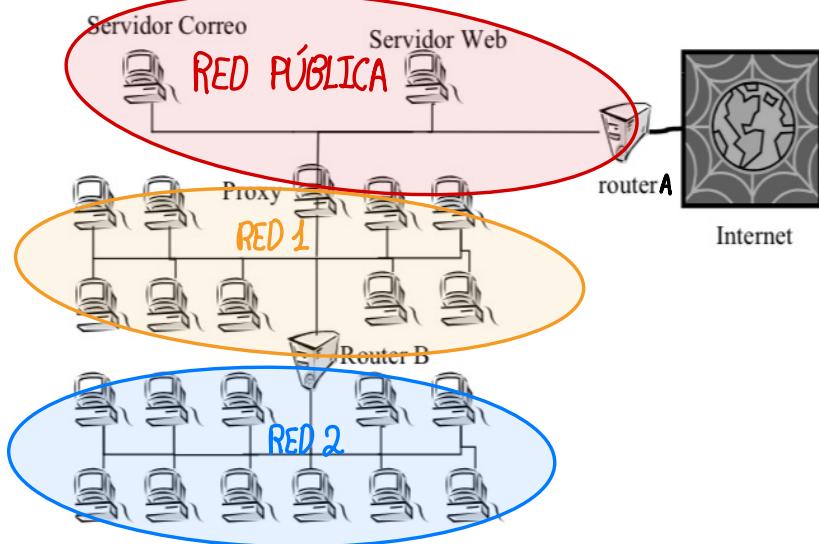
La caché de R1 contendría las direcciones MACs de A, R2 y R3.

## 15

**Ejercicio 15:** Una empresa dispone de direcciones públicas contratadas desde la 194.143.17.8 hasta la 194.143.17.15 (su máscara de red 255.255.255.248). Además, se permite el uso de la dirección de red privada 192.168.1.0/24. Diseñar la red de la empresa para conectar: 3 servidores (de correo, web y proxy) y 20 puestos de trabajo (que harán uso del proxy para conectarse hacia el exterior). Además de esos equipos necesitamos un router que esté conectado mediante una conexión punto a punto a la centralita del ISP (por lo tanto la dirección IP que conecta con Internet nos la proporcionará el ISP, pero la interna hacia nuestra red debemos configurarla nosotros). Se pide:

- ASIGNAR identificadores de red, máscaras y direcciones IP a los elementos de la figura teniendo en cuenta que los 3 servidores (correo, web y proxy) deben ser accesibles desde cualquier host de Internet sin necesidad de utilizar NAT.
- CALCULAR las direcciones de difusión (o broadcasting) de las redes mostradas en la figura.
- ESCRIBIR las tablas de encaminamiento de los routers, el proxy y un host de cada una de las redes de la figura (en total 6 tablas de encaminamiento)

La figura a continuación muestra cómo están interconectados estos elementos:



a y b)

Red pública:

Direcciones Públicas: [194.143.7.8 - 194.143.17.15]

Máscara de red: 255.255.255.248

11

1111111.1111111.1111111.1111000  
\_\_\_\_\_ /29

Estos 3 bits son usados  
por las direcciones públicas

$$(2^3 = 8)$$

ID. RED: 194.143.17.8

BROADCAST: 194.143.17.15

ROUTER A: 194.143.17.9

PROXY: 194.143.17.10

CORREO: 194.143.17.11

WEB: 194.143.17.12

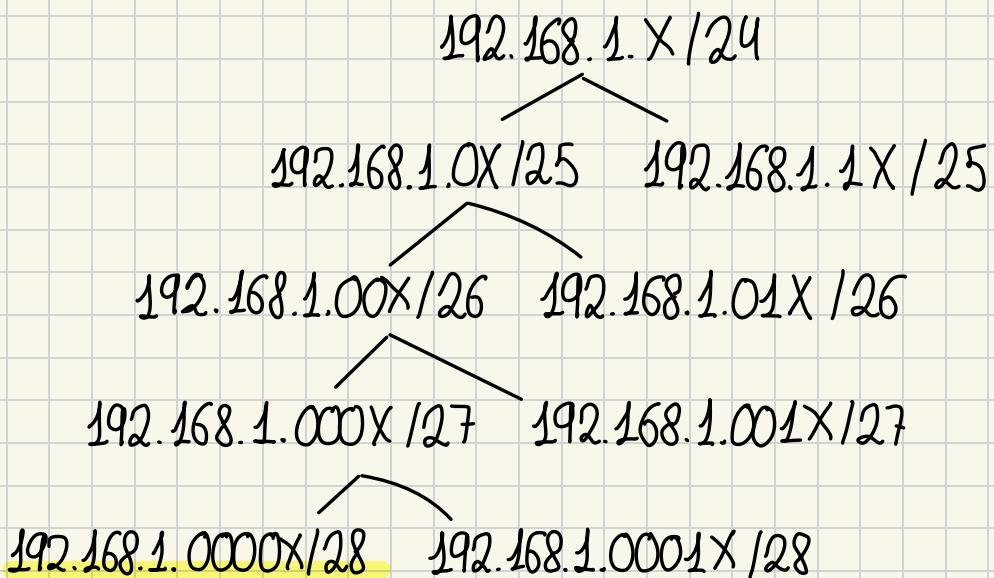
## Red 1:

Necesitamos direcciones para 9 equipos, el proxy, el routerB y 2 (id. red y broadcast). Lo que en total son 14 direcciones.

$$2^3 < 14 < 2^4 \rightarrow 4 \text{ bits} \rightarrow 32 - 4 = 28$$

(Máscara para Red 1)

Aplicamos VLSM con el bloque de direcciones privadas:



ID. RED: 192.168.1.0

BROADCAST: 192.168.1.15

PROXY: 192.168.1.1

ROUTER B: 192.168.1.2

EQUIPOS: [192.168.1.3 - 192.168.1.11]

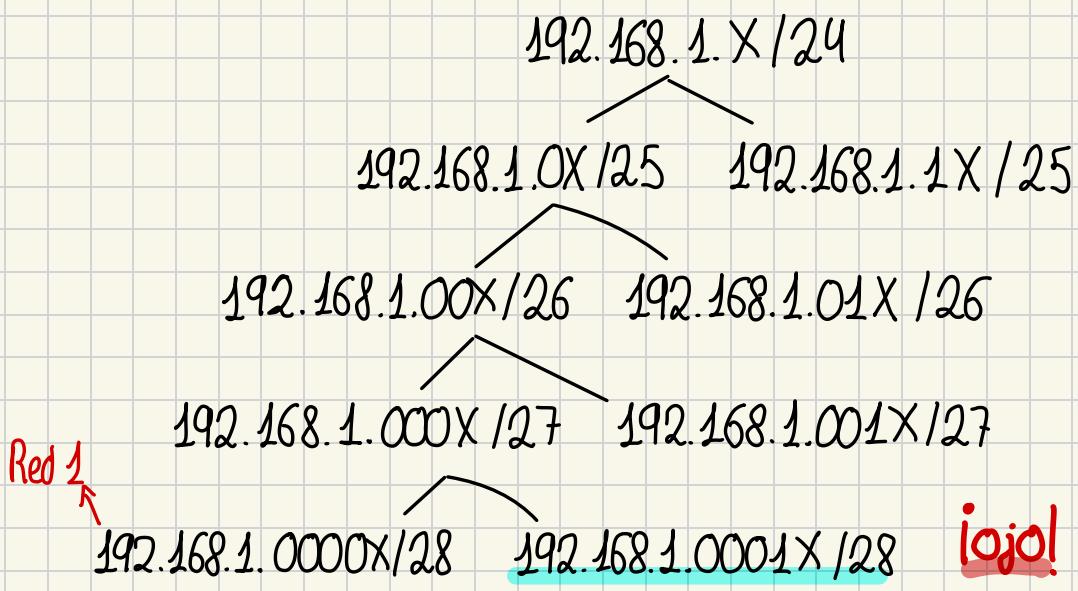
## Red 2:

Necesitamos direcciones para 11 dispositivos, el router B y 2 (id. red y broadcast). Lo que en total son 14 direcciones.

$$2^3 < 14 < 2^4 \rightarrow 4 \text{ bits} \rightarrow 32 - 4 = 28$$

↓  
(Máscara para Red 2)

Aplicamos VLSM con el bloque de direcciones privadas:



**¡ojo!** Seleccióno el  
bloque del ...0001X  
porque el del ...0000X  
ya lo tiene la red 1.

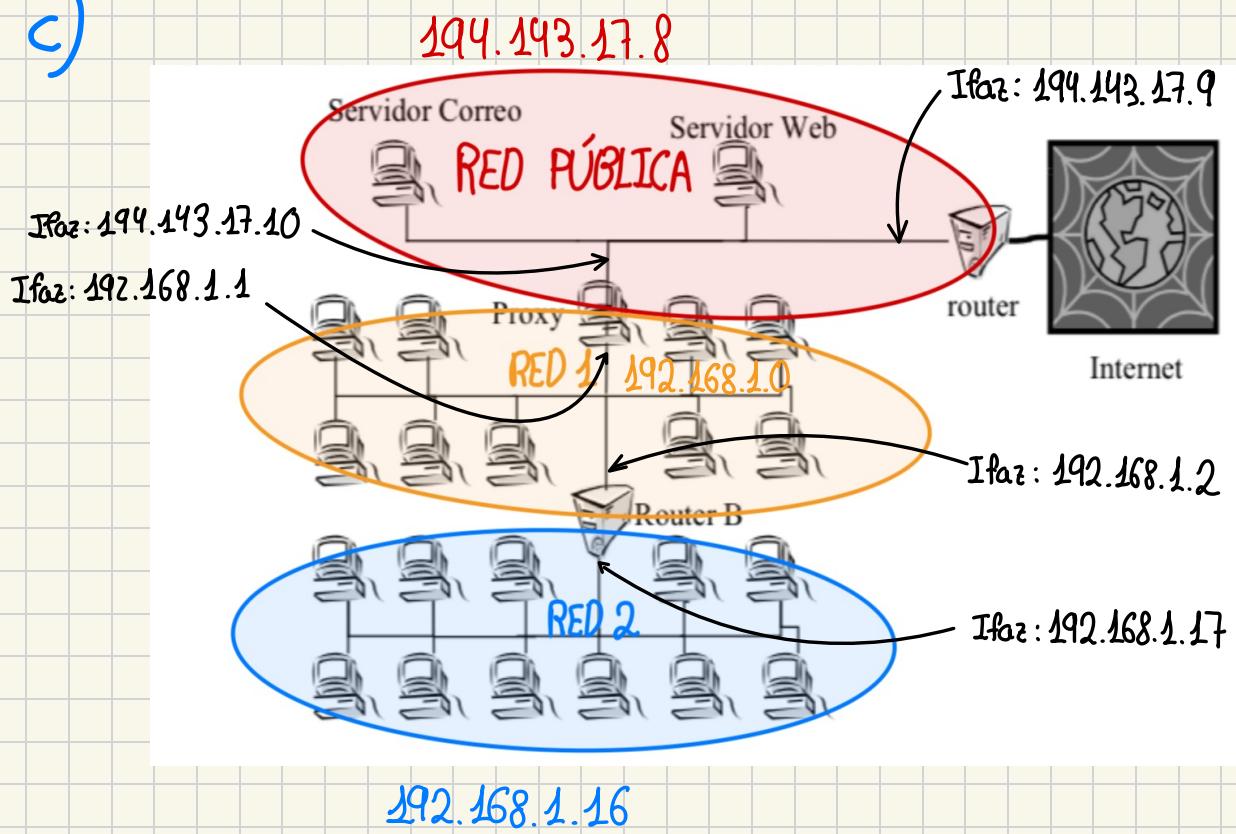
ID. RED: 192.168.1.16

BROADCAST: 192.168.1.31

ROUTER B: 192.168.1.17

EQUIPOS: [192.168.1.18 - 192.168.1.28]

c)



192.168.1.16

ROUTER A

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
192.143.17.8	129	Entrega Directa	194.143.17.9
192.168.1.0	128	194.143.17.10	194.143.17.9
192.168.1.16	128	194.143.17.10	194.143.17.9
DEFAULT	—	ISP	IP Externa

SERVIDOR CORREO

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
192.143.17.8	129	Entrega Directa	194.143.17.11
192.168.1.0	128	194.143.17.10	194.143.17.11
192.168.1.16	128	194.143.17.10	194.143.17.11
DEFAULT	—	194.143.17.9	194.143.17.11

## PROXY

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
192.193.17.8	129	Entrega Directa	194.193.17.10
192.168.1.0	128	Entrega Directa	192.168.1.1
192.168.1.16	128	192.168.1.2	192.168.1.1
DEFAULT	—	192.193.17.9	192.193.17.10

## ROUTER B

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
192.193.17.8	129	192.168.1.1	192.168.1.2
192.168.1.0	128	Entrega Directa	192.168.1.2
192.168.1.16	128	Entrega Directa	192.168.1.17
DEFAULT	—	192.168.1.1	192.168.1.2

## EQUIPO RED 1 (192.168.1.7)

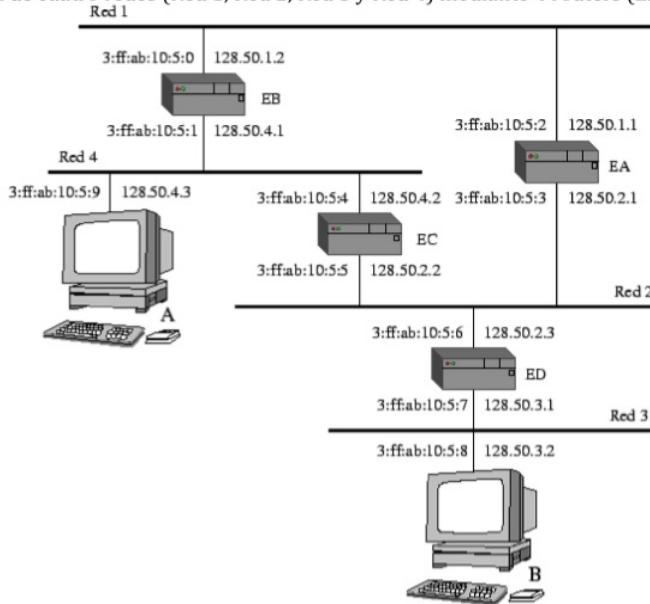
RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
192.193.17.8	129	192.168.1.1	192.168.1.7
192.168.1.0	128	Entrega Directa	192.168.1.7
192.168.1.16	128	192.168.1.2	192.168.1.7
DEFAULT	—	192.168.1.1	192.168.1.7

## EQUIPO RED 2 (192.168.1.20)

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
192.143.17.8	129	192.168.1.17	192.168.1.20
192.168.1.0	128	192.168.1.17	192.168.1.20
192.168.1.16	128	Entrega Directa	192.168.1.20
DEFAULT	—	192.168.1.17	192.168.1.20

16

**Ejercicio 16:** Una empresa tiene una red como la que se muestra en la figura. Está formada por la interconexión de cuatro redes (Red 1, Red 2, Red 3 y Red 4) mediante 4 routers (EA, EB, EC y ED).



Se pide describir cual es el contenido de la cache ARP de las máquinas A y B, así como de los routers EC y ED después de que las máquinas A y B se intercambien varios mensajes a nivel de aplicación (Suponemos que se intercambian al menos dos mensajes en cada sentido y que todas las cache ARP se encuentran vacías inicialmente). Justifica tu respuesta teniendo en cuenta las siguientes tablas de encaminamiento:

Tabla de Encaminamiento de A

128.50.1.0/24	255.255.255.0	3:ff:ab:10:5:9
128.50.4.0/24	Entrega directa	3:ff:ab:10:5:9
Default	128.50.4.2	3:ff:ab:10:5:9

Tabla de Encaminamiento de B

128.50.3.0/24	Entrega directa	3:ff:ab:10:5:8
Default	128.50.3.1	3:ff:ab:10:5:8

Tabla de Encaminamiento de EA

128.50.1.0/24	Entrega dir.	3:ff:ab:10:5:2
128.50.2.0/24	Entrega dir.	3:ff:ab:10:5:3
128.50.3.0/24	128.50.2.3	3:ff:ab:10:5:3
Default	128.50.1.2	3:ff:ab:10:5:2

Tabla de Encaminamiento de EC

128.50.1.0/24	Entrega dir.	3:ff:ab:10:5:0
128.50.2.0/24	Entrega dir.	3:ff:ab:10:5:1
Default	128.50.4.2	3:ff:ab:10:5:1

Tabla de Encaminamiento de ED

128.50.3.0/24	Entrega directa	3:ff:ab:10:5:7
128.50.2.0/24	Entrega directa	3:ff:ab:10:5:6
Default	128.50.2.1	3:ff:ab:10:5:6

Voy a seguir los siguientes pasos:

1)

La máquina A, situada en la red 4, envía el paquete por la tercera entrada de su tabla (Default) para llegar al router EC. La caché de A guarda la dirección de EC y la caché de EC guarda la dirección de A.

CACHÉ A	
IP	MAC
128.50.4.2	3:ff:ab:10:5:4

CACHÉ EC	
IP	MAC
128.50.4.3	3:ff:ab:10:5:9

2)

El router EC envía el paquete al router ED con la tercera entrada de su tabla. La caché de EC guarda la dirección de ED y la caché de ED guarda la dirección de EC.

CACHÉ EC	
IP	MAC
128.50.4.3	3:ff:ab:10:5:9
128.50.2.3	3:ff:ab:10:5:6

CACHÉ ED	
IP	MAC
128.50.2.2	3:ff:ab:10:5:5

3)

El router ED envía el paquete a la máquina B con la primera entrada de su tabla. La caché de ED guarda la dirección de B y la caché de B guarda la dirección de ED.

CACHÉ ED	
IP	MAC
128.50.2.2	3:ff:ab:10:5:5
128.50.3.2	3:ff:ab:10:5:8

CACHÉ B	
IP	MAC
128.50.3.1	3:ff:ab:10:5:7

4)

La máquina B envía al router ED con la segunda entrada de su tabla.

No modificamos las tablas de la caché de B y ED porque ya tenemos guardadas esas direcciones en las respectivas tablas.

5)

El router ED envía el paquete al router EA con la tercera entrada de su tabla (default).

No podemos enviar de ED a EC, porque ED no tiene la dirección de EC.

CACHÉ ED	
IP	MAC
128.50.2.2	3:ff:ab:10:5:5
128.50.3.2	3:ff:ab:10:5:8
128.50.2.1	3:ff:ab:10:5:3

CACHÉ EA	
IP	MAC
128.50.2.3	3:ff:ab:10:5:6

6)

El router EA envía el paquete al router EB con la última entrada de su tabla (default). La caché de EA guarda la dirección de EB y la caché de EB guarda la dirección de EA.

CACHÉ EA	
IP	MAC
128.50.2.3	3:ff:ab:10:5:6
128.50.1.2	3:ff:ab:10:5:0

CACHÉ EB	
IP	MAC
128.50.1.1	3:ff:ab:10:5:2

7)

El router EB envía el paquete a la máquina A con la segunda entrada de su tabla. La caché de EB guarda la dirección de A y la caché de A guarda la dirección de EB.

CACHÉ EB	
IP	MAC
128.50.1.1	3:ff:ab:10:5:2
128.50.4.3	3:ff:ab:10:5:9

CACHÉ A	
IP	MAC
128.50.4.2	3:ff:ab:10:5:4
128.50.4.1	3:ff:ab:10:5:1

El enunciado nos pide los contenidos de las cachés de las máquinas A y B, así como la de los routers EC y ED:

CACHÉ A	
IP	MAC
128.50.4.2	3:ff:ab:10:5:4
128.50.4.1	3:ff:ab:10:5:1

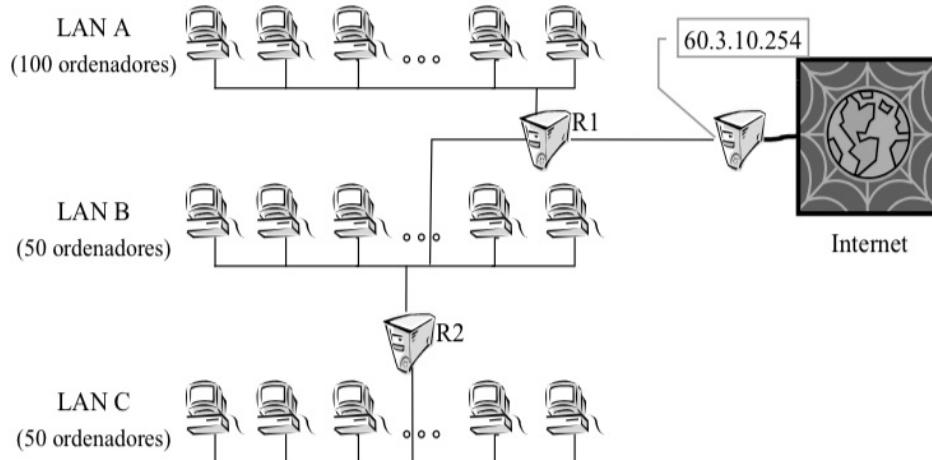
CACHÉ B	
IP	MAC
128.50.3.1	3:ff:ab:10:5:7

CACHÉ EC	
IP	MAC
128.50.4.3	3:ff:ab:10:5:9
128.50.2.3	3:ff:ab:10:5:6

CACHÉ ED	
IP	MAC
128.50.2.2	3:ff:ab:10:5:5
128.50.3.2	3:ff:ab:10:5:8
128.50.2.1	3:ff:ab:10:5:3

17

**Ejercicio 17:** Se tienen las redes A, B y C de la figura interconectadas mediante los router R1 y R2. Solamente disponemos de una dirección de red, concretamente la dirección 200.0.0.0 (fíjese que no es una dirección IP normal sino que indica la red que podemos usar para asignarlos a los equipos, la máscara puede deducirla a partir de la clase a la que pertenece esa red). La salida a Internet se realiza a través de un router (no incluido en nuestra red pero sí en la figura) cuya dirección IP es 60.3.10.254 y al cual está conectado R1 mediante un enlace serie (o punto a punto). La dirección IP de R1 para este enlace es 60.3.10.5. Se pide:



a) ASIGNAR identificadores de red, máscaras de subred, direcciones de difusión (o broadcasting) y direcciones IP a todos los interfaces de red de la figura. Es necesario tener en cuenta el número de ordenadores que se necesita conectar a cada una de las redes señaladas (Es decir, hay que tener en cuenta que sea posible la asignación de 100 direcciones en la red A, 50 direcciones en la red B y 50 direcciones en la red C). La asignación de direcciones IP a los ordenadores de cada red puede indicarse mediante un rango si las direcciones IP son consecutivas (ej. 150.214.20.1 – 100 equivale a las 100 direcciones IP consecutivas desde la 150.214.20.1 hasta la dirección 150.214.20.100).

b) Construir las tablas de encaminamiento de los routers R1, R2 y de un host de cada red (A, B y C).

a)

Nos proporcionan la dirección 200.0.0.0.

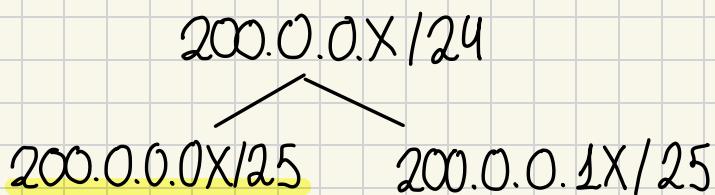
Como esa dirección se encuentra en el intervalo de direcciones [192.0.0 - 223.255.255.255], es de tipo C. Entonces la máscara será 255.255.255.0 (124).

Red A:

Necesitamos direcciones para 100 ordenadores, el router R1 y 2 (id. red y broadcast). Lo que en total son unas 103 direcciones.

$$2^6 < 103 < 2^7 \rightarrow 7 \text{ bits} \rightarrow 32 - 7 = 25 \text{ (Máscara para Red A)}$$

Aplicamos VLSM con el bloque de direcciones :



ID. RED : 200.0.0.0

BROADCAST: 200.0.0.127

ROUTER R1: 200.0.0.1

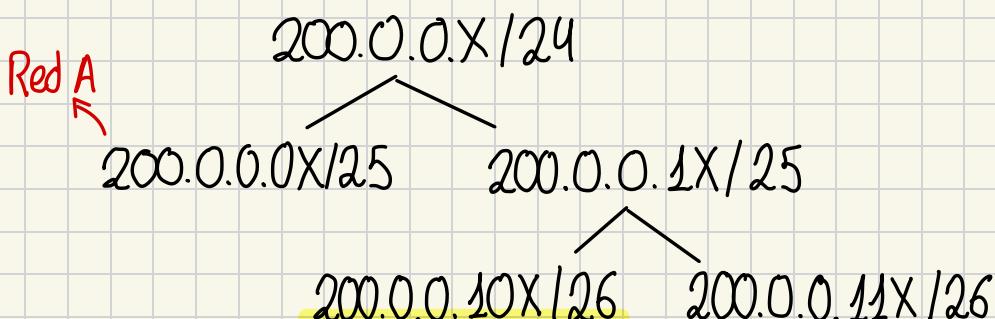
EQUIPOS: [200.0.0.2 - 200.0.0.101]

### Red B:

Necesitamos direcciones para 50 ordenadores, el router R1, el router R2 y 2 (id. red y broadcast). Lo que en total son 54 direcciones.

$$2^5 < 54 < 2^6 \rightarrow 6 \text{ bits} \rightarrow 32 - 6 = 26 \text{ (Máscara para Red B)}$$

Aplicamos VLSM con el bloque de direcciones :



ID. RED: 200.0.0.128

BROADCAST: 200.0.0.191

ROUTER R1: 200.0.0.129

ROUTER R2: 200.0.0.130

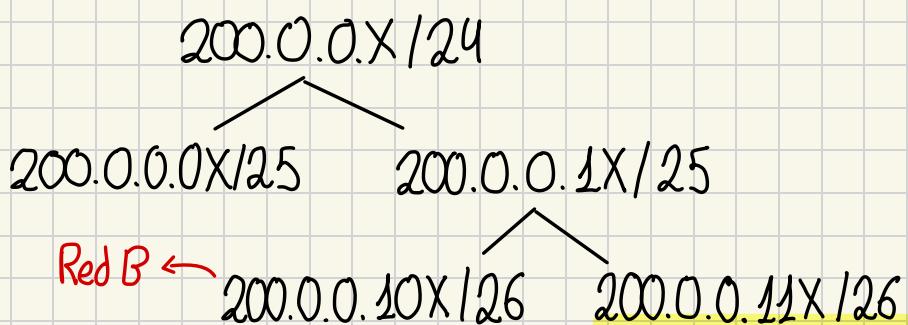
EQUIPOS: [200.0.0.131 - 200.0.0.180]

### Red C:

Necesitamos direcciones para 50 ordenadores, el router R2 y 2 (id. red y broadcast). Lo que en total son unas 53 direcciones.

$$2^5 < 53 < 2^6 \rightarrow 6 \text{ bits} \rightarrow 32 - 6 = 26 \text{ (Máscara para Red C)}$$

Aplicamos VLSM con el bloque de direcciones :



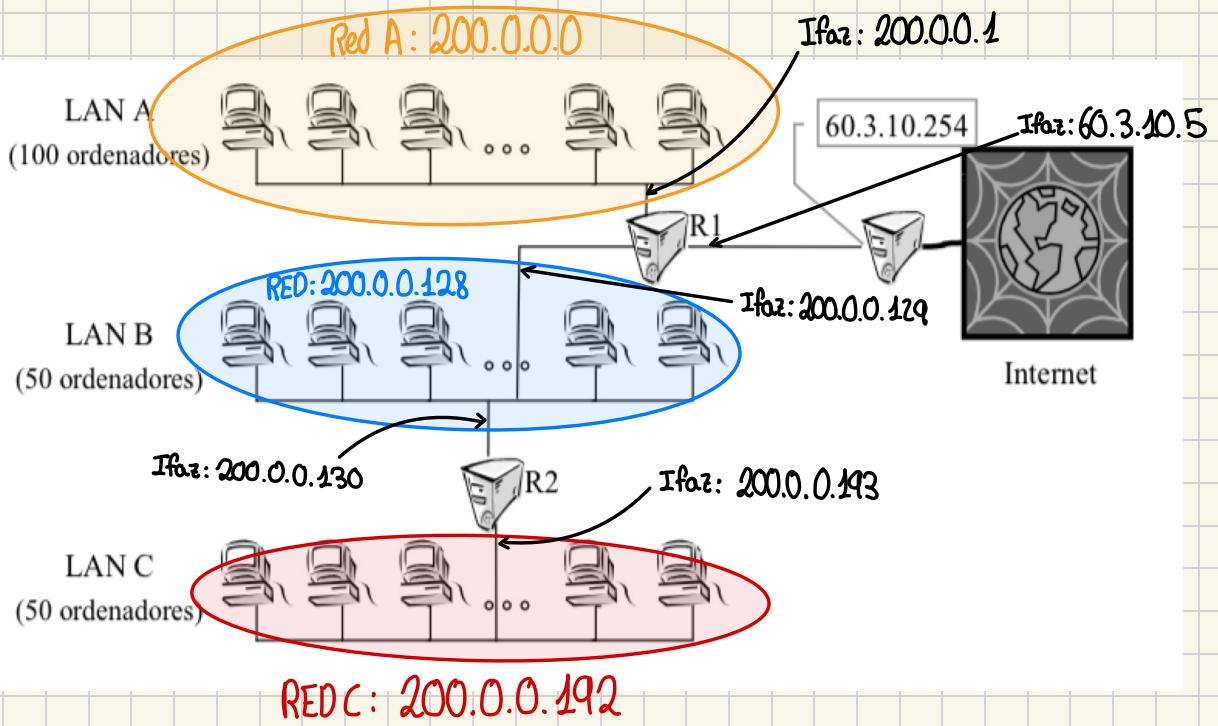
ID. RED: 200.0.0.192

BROADCAST: 200.0.0.255

ROUTER R2: 200.0.0.193

EQUIPOS: [200.0.0.194 - 200.0.0.243]

b)



### ROUTER R1

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
200.0.0.0	125	Entrega Directa	200.0.0.1
200.0.0.128	126	Entrega Directa	200.0.0.129
200.0.0.192	126	200.0.0.130	200.0.0.129
DEFAULT	—	60.3.10.254	60.3.10.5

### ROUTER R2

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
200.0.0.0	125	200.0.0.129	200.0.0.130
200.0.0.128	126	Entrega Directa	200.0.0.130
200.0.0.192	126	Entrega Directa	200.0.0.193
DEFAULT	—	200.0.0.129	200.0.0.130

## EQUIPO RED A (200.0.0.4)

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
200.0.0.0	125	Entrega Directa	200.0.0.4
200.0.0.128	126	200.0.0.1	200.0.0.4
200.0.0.192	126	200.0.0.1	200.0.0.4
DEFAULT	—	200.0.0.1	200.0.0.4

## EQUIPO RED B (200.0.0.135)

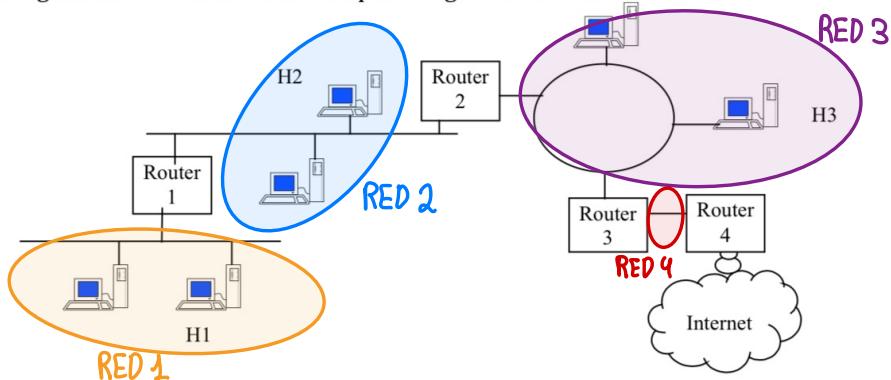
RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
200.0.0.0	125	200.0.0.129	200.0.0.135
200.0.0.128	126	Entrega Directa	200.0.0.135
200.0.0.192	126	200.0.0.130	200.0.0.135
DEFAULT	—	200.0.0.129	200.0.0.135

## EQUIPO RED C (200.0.0.197)

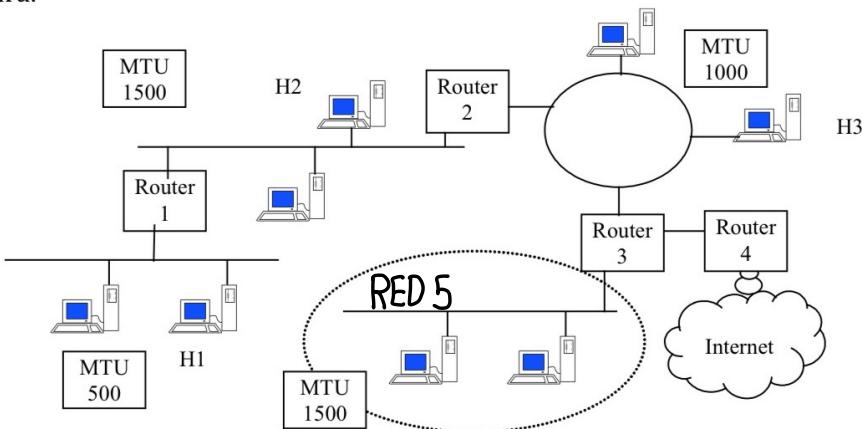
RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
200.0.0.0	125	200.0.0.193	200.0.0.197
200.0.0.128	126	200.0.0.193	200.0.0.197
200.0.0.192	126	Entrega Directa	200.0.0.197
DEFAULT	—	200.0.0.193	200.0.0.197

## 18

**Ejercicio 18:** La figura muestra varias redes conectadas a Internet y el administrador de red tiene disponibles la siguiente dirección 155.10.0.0 para asignar a su conveniencia.



- Asignar identificadores de red, máscaras de subred y direcciones IP a todos los interfaces de red de la figura.
- Construir las tablas de encaminamiento para los routers Router1, Router2, Router3 y Router4, y los hosts H1, H2 y H3, según la asignación del apartado anterior.
- Da una arquitectura de red (torre de protocolos) posible para el Router3
- En una ampliación de la empresa se añade un nuevo departamento, quedando la red como muestra la siguiente figura:



- Asignar identificadores de red, máscaras de subred y direcciones IP a los nuevos interfaces de red de la figura. Realiza los cambios necesarios en la asignación realizada en el apartado (a).
- Revisa y cambia si es necesario las tablas de encaminamiento realizadas en el apartado (b).
- Dadas las MTU que aparecen en la figura, describe el proceso de fragmentación y reensamblado de un datagrama de tamaño 1400 bytes de datos y 20 bytes de cabecera que viaja desde un ordenador de la nueva red hasta H1.

a)

Nos proporcionan la dirección 155.10.0.0.  
Como esa dirección se encuentra en el intervalo de direcciones [128.0.0.0 - 191.255.255.255], es de tipo B. Entonces la mascara será 255.255.0.0 (16).

Ahora, para asignar los distintos bloques de direcciones a las subredes, necesito saber cuántas direcciones necesita

cada una.

### Red 1:

Necesitamos direcciones para 2 ordenadores, el router 1 y 2 (id. red y broadcast). Lo que en total son 5 direcciones.

$$2^2 < 5 < 2^3 \rightarrow 3 \text{ bits} \rightarrow 32 - 3 = 29 \text{ (Máscara para Red 1)}$$

### Red 2:

Necesitamos direcciones para 2 ordenadores, el router 1, el router 2 y 2 (id. red y broadcast). Lo que en total son 6 direcciones.

$$2^2 < 6 < 2^3 \rightarrow 3 \text{ bits} \rightarrow 32 - 3 = 29 \text{ (Máscara para Red 2)}$$

### Red 3:

Necesitamos direcciones para 2 ordenadores, el router 2, el router 3 y 2 (id. red y broadcast). Lo que en total son 6 direcciones.

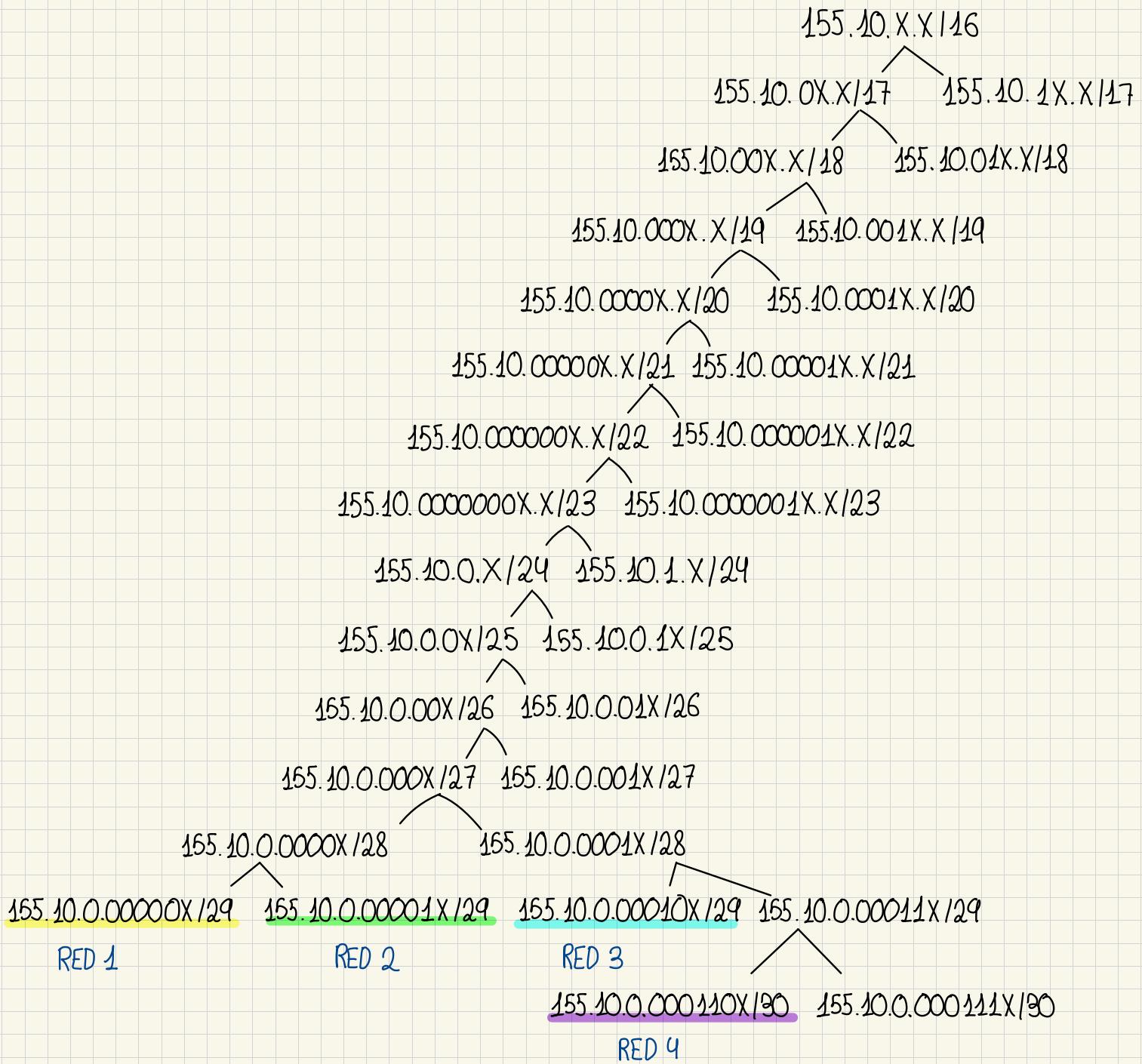
$$2^2 < 6 < 2^3 \rightarrow 3 \text{ bits} \rightarrow 32 - 3 = 29 \text{ (Máscara para Red 3)}$$

### Red 4:

Necesitamos direcciones para el router 3, el router 4 y 2 (id. red y broadcast). Lo que en total son 4 direcciones.

$$4 = 2^2 \rightarrow 2 \text{ bits} \rightarrow 32 - 2 = 30 \text{ (Máscara para Red 4)}$$

Aplicamos VLSM con el bloque de direcciones :



Entonces, voy a asignar las direcciones a las subredes:

### Red 1:

ID.RED : 155.10.0.0

BROADCAST : 155.10.0.7

ROUTER 1: 155.10.0.1

EQUIPOS : [155.10.0.2 - 155.10.0.3]

### Red 2:

ID.RED : 155.10.0.8

BROADCAST : 155.10.0.15

ROUTER 1: 155.10.0.9

ROUTER 2: 155.10.0.10

EQUIPOS : [155.10.0.11 - 155.10.0.12]

### Red 3:

ID.RED : 155.10.0.16

BROADCAST : 155.10.0.23

ROUTER 2: 155.10.0.17

ROUTER 3: 155.10.0.18

EQUIPOS : [155.10.0.19 - 155.10.0.20]

## Red 4:

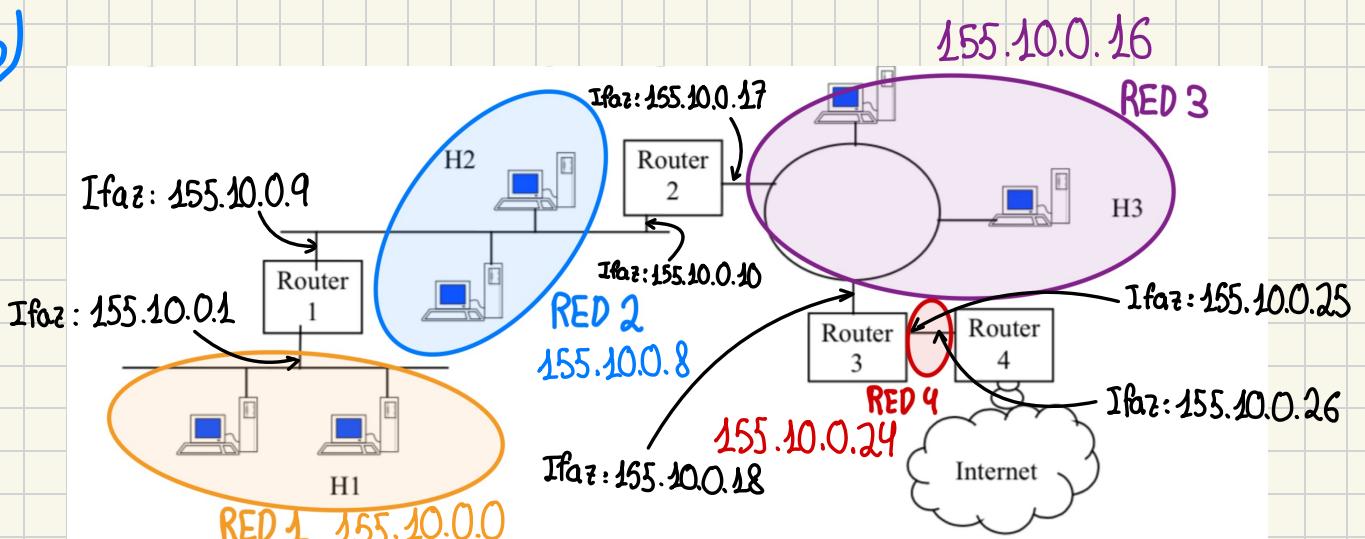
ID.RED : 155.10.0.24

BROADCAST : 155.10.0.27

ROUTER 3: 155.10.0.25

ROUTER 4: 155.10.0.26

b)



## ROUTER 1

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
155.10.0.0	129	Entrega Directa	155.10.0.1
155.10.0.8	129	Entrega Directa	155.10.0.9
155.10.0.16	129	155.10.0.10	155.10.0.9
155.10.0.24	130	155.10.0.10	155.10.0.9
DEFAULT	—	155.10.0.10	155.10.0.9

## ROUTER 2

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
155.10.0.0	129	155.10.0.4	155.10.0.10
155.10.0.8	129	Entrega Directa	155.10.0.10
155.10.0.16	129	Entrega Directa	155.10.0.17
155.10.0.24	130	155.10.0.18	155.10.0.17
DEFAULT	—	155.10.0.18	155.10.0.17

## ROUTER 3

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
155.10.0.0	129	155.10.0.17	155.10.0.18
155.10.0.8	129	155.10.0.17	155.10.0.18
155.10.0.16	129	Entrega Directa	155.10.0.18
155.10.0.24	130	Entrega Directa	155.10.0.25
DEFAULT	—	155.10.0.26	155.10.0.25

## ROUTER 4

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
155.10.0.0	129	155.10.0.25	155.10.0.26
155.10.0.8	129	155.10.0.25	155.10.0.26
155.10.0.16	129	155.10.0.25	155.10.0.26
155.10.0.24	130	155.10.0.25	155.10.0.26
DEFAULT	—	ISP	IP Externa

## ORDENADOR H1 (155.10.0.2)

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
155.10.0.0	129	Entrega Directa	155.10.0.2
155.10.0.8	129	155.10.0.1	155.10.0.2
155.10.0.16	129	155.10.0.1	155.10.0.2
155.10.0.24	130	155.10.0.1	155.10.0.2
DEFAULT	—	155.10.0.1	155.10.0.2

## ORDENADOR H2 (155.10.0.12)

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
155.10.0.0	129	155.10.0.9	155.10.0.12
155.10.0.8	129	Entrega Directa	155.10.0.12
155.10.0.16	129	155.10.0.10	155.10.0.12
155.10.0.24	130	155.10.0.10	155.10.0.12
DEFAULT	—	155.10.0.10	155.10.0.12

## ORDENADOR H3 (155.10.0.20)

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
155.10.0.0	129	155.10.0.17	155.10.0.20
155.10.0.8	129	155.10.0.17	155.10.0.20
155.10.0.16	129	Entrega Directa	155.10.0.20
155.10.0.24	130	155.10.0.18	155.10.0.20
DEFAULT	—	155.10.0.18	155.10.0.20

c)

IP	
802.3	802.5

ethernet

Token-Ring

CSMA-CD

d.1)

RED 5:

Necesitamos direcciones para 2 ordenadores, el router 3 y 2 (id. red y broadcast). Lo que en total son 5 direcciones.

$$2^2 < 5 < 2^3 \rightarrow 3 \text{ bits} \rightarrow 32 - 3 = 29 \text{ (Máscara para Red 5)}$$

Aplicamos VLSM con el bloque de direcciones :

155.10.0.00X/26



155.10.0.000X/27    155.10.0.001X/27

Este bloque  
contiene las  
direcciones de  
Red 1, Red 2,  
Red 3 y Red 4

o  
o  
o

155.10.0.0010X/28

155.10.0.0011X/28

155.10.0.00100X/29

155.10.0.00101X/29

RED 5

¡Ojo! Como no quedan más direcciones con máscara /28 para el bloque 155.10.0.000X/27, elijo la rama 155.10.0.001X/27.

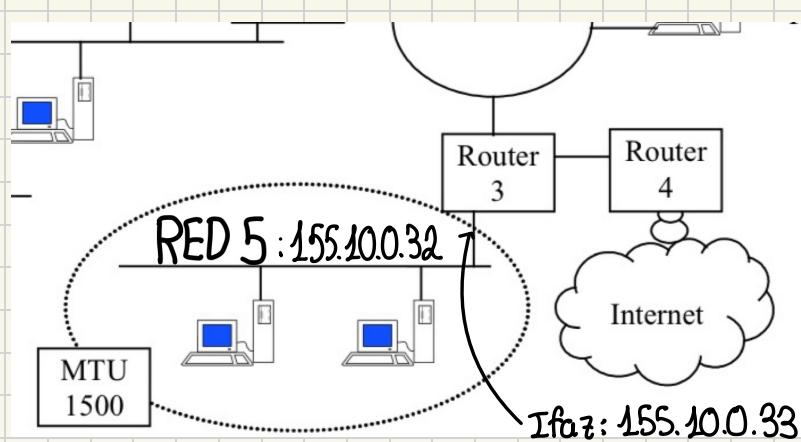
ID.RED : 155.10.0.32

BROADCAST: 155.10.0.39

ROUTER 3: 155.10.0.33

EQUIPOS: [155.10.0.34-155.10.0.35]

d.2)



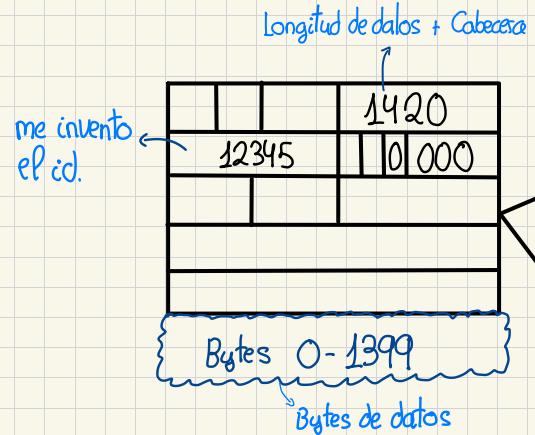
Como todos los routers (menos el 3) y todas las máquinas tienen una ruta en sus tablas para poder llegar al router 3, entonces, sólo tendré que añadir una entrada más en la tabla del router 3 para llegar a la red 5.

ROUTER 3:

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
155.10.0.0	129	155.10.0.17	155.10.0.18
155.10.0.8	129	155.10.0.17	155.10.0.18
155.10.0.16	129	Entrega Directa	155.10.0.18
155.10.0.24	130	Entrega Directa	155.10.0.25
155.10.0.32	129	Entrega Directa	155.10.0.33
DEFAULT	—	155.10.0.26	155.10.0.25

d.3)

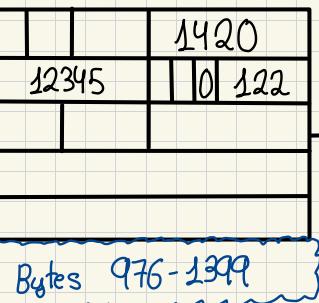
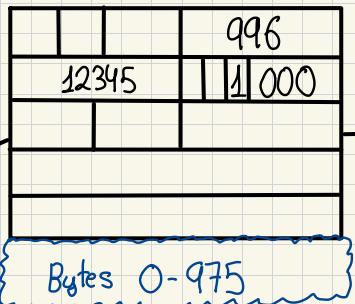
RED 5



MTU = 1500

Como 1420 (lon. datos + cabecera)  
es menor que 1500, no hace  
falta fragmentarlo

RED 3



MTU = 1000

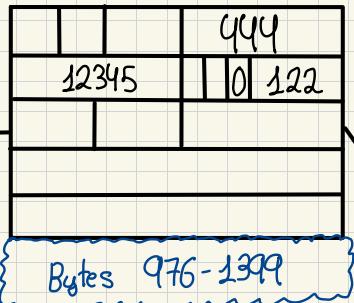
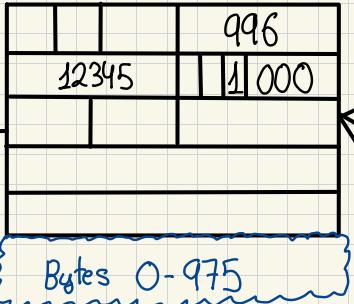
$$1) 1000 - 20 = 980 \text{ (MTU - cabecera)}$$

$$2) 980 / 8 = 122.5$$

$$3) 122.5 \cdot 8 = 976 \text{ (datos)}$$

$$4) 976 + 20 = 996 \text{ (datos + cab.)}$$

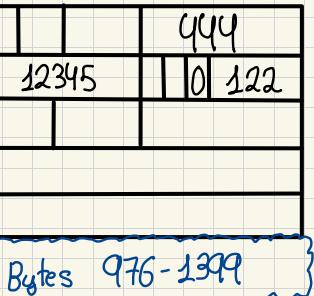
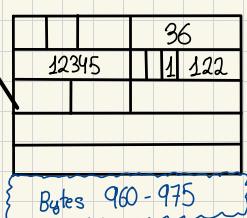
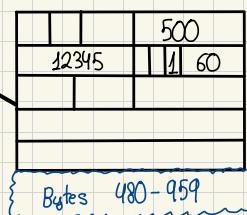
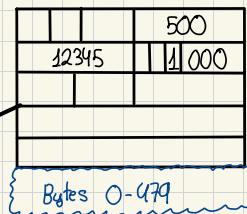
RED 2



MTU = 1500

Como 996 y 444 son menores  
que 1500, no fragmentamos  
en la red 2.

RED 1

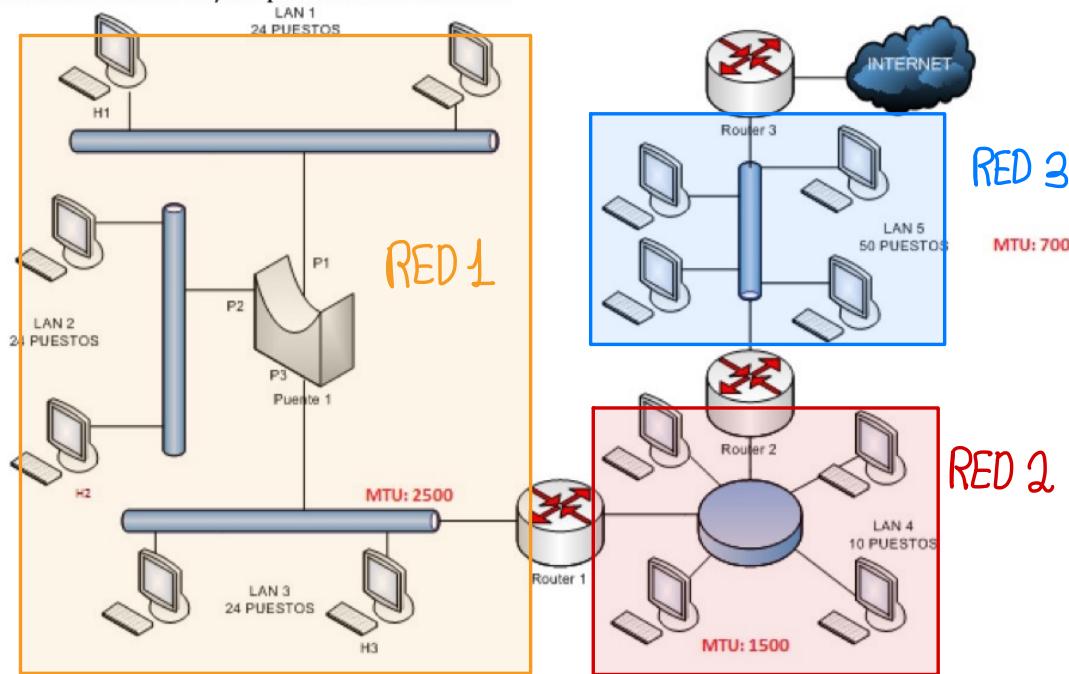


MTU = 500

Llegan 4 fragmentos con los  
datos a H1.

# 19

**Ejercicio 19:** En la figura se aprecian cinco LANs de diferentes tipos interconectadas mediante diferentes dispositivos de interconexión. Las redes 1, 2 y 3 están conectadas entre sí a través del puente 1, que utiliza encaminamiento con aprendizaje. Además, el ISP nos ha proporcionado el bloque de direcciones 150.214.0.0/16 para nuestras redes.



Se pide:

a) Suponiendo que acabamos de conectar las tres LANs con el puente describa de forma detallada y ordenada en qué redes aparecen las tramas, quienes son sus emisores y receptores y cómo se rellena la tabla del puente 1 en la siguiente secuencia temporal:

1. H1 envía datos a H2.
2. H1 envía datos a H3.
3. H3 envía datos a H2.

(asuma que la dirección física –o MAC– de H1 es dirFH1, de H2 es dirFH2, y de H3 es dirFH3)

b) Desperdiando el menor número de direcciones IP individuales se pide:

1. Asignar identificadores de red a las redes de la figura. Calcular la dirección de difusión (broadcast) para las redes utilizadas en la figura.
2. Asignar direcciones IP individuales de acuerdo a la asignación anterior.
3. Escribir las tablas de encaminamiento de los routers 1 y 2 y de un host de la LAN2 y uno de LAN4.

c) Suponiendo que el nodo H3 envía un datagrama hacia Internet con el siguiente contenido:

4	5	0	TAM								
23456			0 0 0 0								
62	6		CHECKSUM								
150.214.X.Y (dirección IP H3)											
173.194.34.247											
Datos (1980 Bytes)											

1. ¿Cuántos vale el valor del campo TAM?
2. ¿Cuántos datagramas se generan hacia el exterior (Internet)? (Indique en cada datagrama generado qué valores toman los valores relacionados con la fragmentación).
3. ¿Cuál es el TTL de los datagramas que salen hacia Internet?
4. A parte de los campos relacionados con la fragmentación y el TTL, ¿varía algún campo más?
5. Suponiendo que las tablas ARP estén vacías cuando se envía ese datagrama, ¿cuántas tramas de tipo ARP se generan? (explique el motivo, origen y destino de cada una de ellas).

a)

## 1. H1 envía datos a H2.

H1 envía los datos a LAN 1.

Luego, el puente recibe la trama por P1, y busca si H1 o H2 está en su tabla:

- H1 no está, por lo que añade en su tabla que H1 está en el enlace P1.
- H2 no está, por lo que retransmite el paquete por el enlace P2 (LAN 2) y P3 (LAN 3).

H2 recibe la trama.

Puente 1

Dirección	Puerto
dirFH1	P1

## 2. H1 envía datos a H3.

H1 envía los datos a LAN 1.

Luego, el puente recibe la trama por P1, y busca si H1 o H2 está en su tabla:

- H1 sí está, por lo que no se modifica la tabla.
- H3 no está, por lo que retransmite el paquete por el enlace P2 (LAN 2) y P3 (LAN 3).

H3 recibe la trama.

Puente 1

Dirección	Puerto
dirFH1	P1

### 3. H3 envía datos a H2.

H3 envía los datos a LAN 3.

Luego, el puente recibe la trama por P3, y busca si H3 o H2 está en su tabla:

- H3 no está, por lo que añade en su tabla que H3 está en el enlace P3.
- H2 no está, por lo que retransmite el paquete por el enlace P1 (LAN 1) y P2 (LAN 2).

H2 recibe la trama.

Puente 1

Dirección	Puerto
dirFH1	P1
dirFH3	P3

b)

Nos proporcionan la dirección 150.214.0.0/16. Como esa dirección se encuentra en el intervalo de direcciones [128.0.0.0 - 191.255.255.255], es de tipo B. Entonces la máscara será 255.255.0.0 (16).

Ahora, para asignar los distintos bloques de direcciones a las subredes, necesito saber cuántas direcciones necesita

## Red 1:

Necesitamos direcciones para 72 puestos ( $24 + 24 + 24$ ), para el puente 1, para el router 1 y 2 (id. red y broadcast). Lo que en total son 76 direcciones.

$$2^6 < 76 < 2^7 \rightarrow 7 \text{ bits} \rightarrow 32 - 7 = 25 \text{ (Máscara para Red 1)}$$

## Red 2:

Necesitamos direcciones para 10 puestos, para el router 1, el router 2 y 2 (id. red y broadcast).

Lo que en total son 15 direcciones.

$$2^3 < 15 < 2^4 \rightarrow 4 \text{ bits} \rightarrow 32 - 4 = 28 \text{ (Máscara para Red 2)}$$

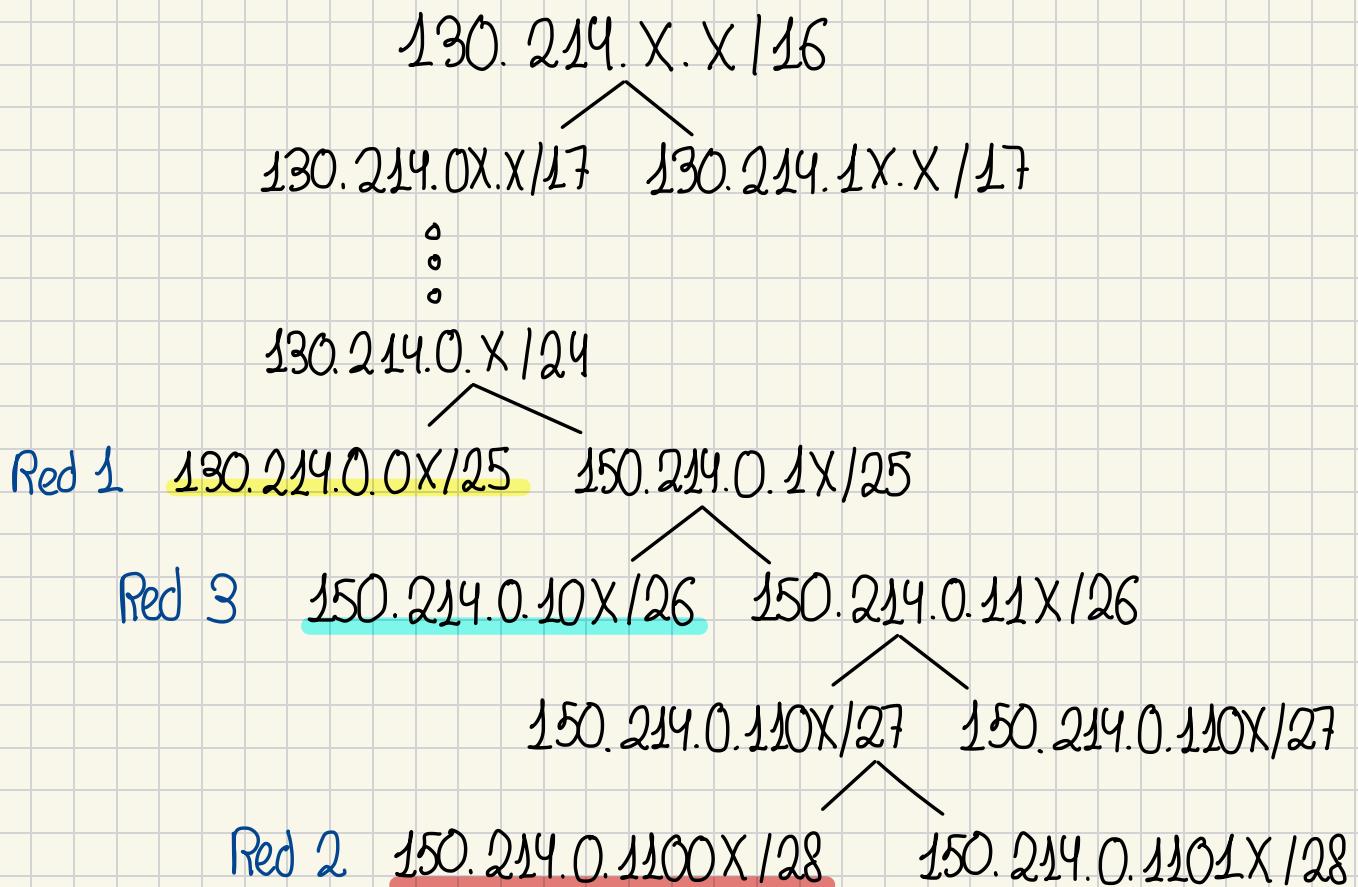
## Red 3:

Necesitamos direcciones para 50 puestos, para el router 2, el router 3 y 2 (id. red y broadcast).

Lo que en total son 54 direcciones.

$$2^5 < 54 < 2^6 \rightarrow 6 \text{ bits} \rightarrow 32 - 6 = 26 \text{ (Máscara para Red 3)}$$

Aplicamos VLSM con el bloque de direcciones :



### Red 1:

ID. RED: 150.214.0.0

BROADCAST: 150.214.0.127

ROUTER 1: 150.214.0.1

EQUIPOS: [150.214.0.2 - 150.214.0.72]

### Red 2:

ID. RED: 150.214.0.128

BROADCAST: 150.214.0.191

ROUTER 1: 150.214.0.129

ROUTER 2 : 150.214.0.130

EQUIPOS : [150.214.0.131 - 150.214.0.140]

### Red 3 :

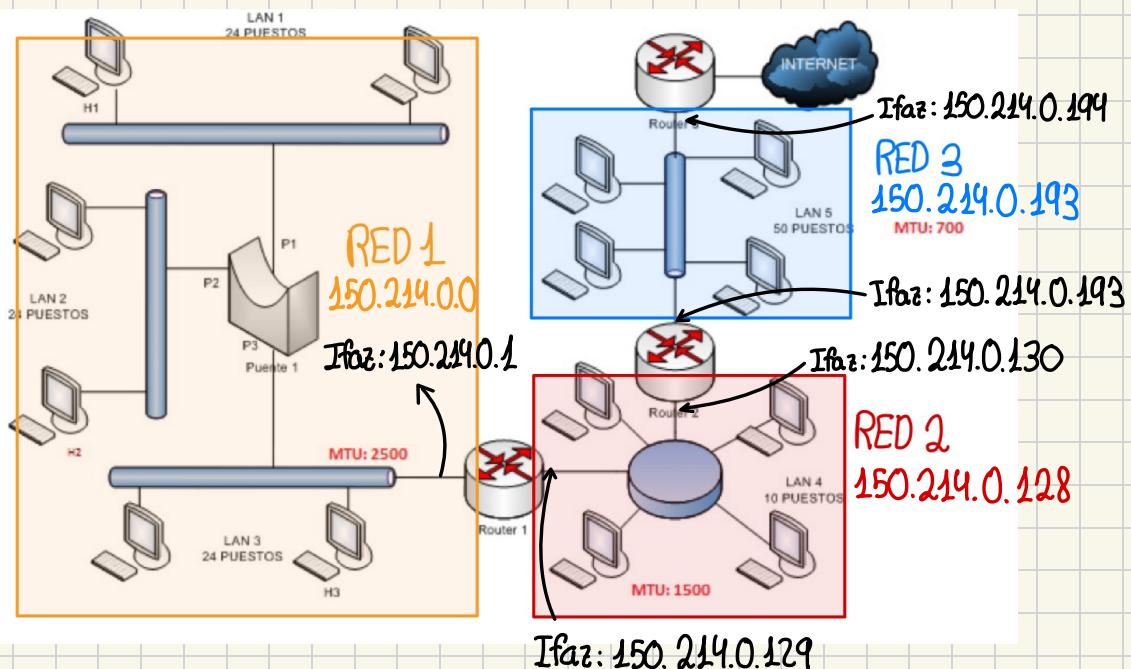
ID. RED: 150.214.0.192

BROADCAST: 150.214.0.207

ROUTER 1: 150.214.0.193

ROUTER 2: 150.214.0.194

EQUIPOS: [150.214.0.195 - 150.214.0.244]



### ROUTER 1

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
150.214.0.0	/25	Entrega Directa	150.214.0.1
150.214.0.128	/28	Entrega Directa	150.214.0.129
150.214.0.193	/26	150.214.0.130	150.214.0.129
DEFAULT	—	150.214.0.130	150.214.0.129

## ROUTER 2

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
150.214.0.0	/25	150.214.0.129	150.214.0.130
150.214.0.128	/28	Entrega Directa	150.214.0.130
150.214.0.193	/26	Entrega Directa	150.214.0.193
DEFAULT	—	150.214.0.194	150.214.0.193

## HOST LAN 2

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
150.214.0.0	/25	Entrega Directa	150.214.0.X
150.214.0.128	/28	150.214.0.1	150.214.0.X
150.214.0.193	/26	150.214.0.1	150.214.0.X
DEFAULT	—	150.214.0.1	150.214.0.X

## HOST LAN 4 (150.214.0.132)

RED	MÁSCARA	SIG. SALTO	INTERFAZ
150.214.0.0	/25	150.214.0.129	150.214.0.132
150.214.0.128	/28	Entrega Directa	150.214.0.132
150.214.0.193	/26	150.214.0.130	150.214.0.132
DEFAULT	—	150.214.0.130	150.214.0.132

c) H3 envía datagrama a internet.

4	5	0	TAM				
23456			0	0	0	0	
62	6	CHECKSUM					
150.214.X.Y (dirección IP H3)							
173.194.34.247							
Datos (1980 Bytes)							

1. ¿Cuánto vale TAM?

Como  $TAM = \text{Datos} + \text{Cabecera}$ , y conozco los datos, tengo que calcular la cabecera.

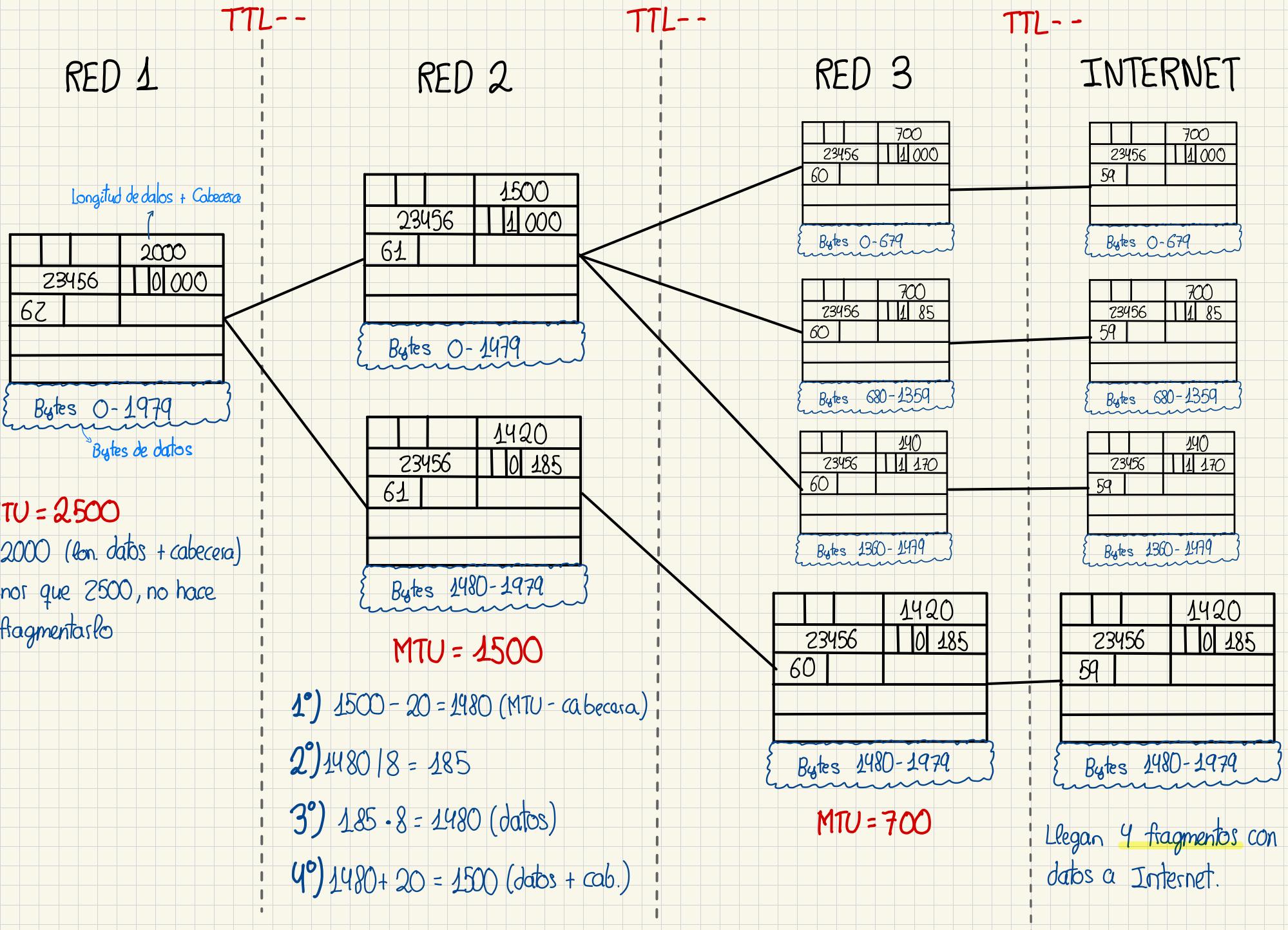
$$\text{Cabecera} = H.\text{LEN} \cdot 4 \text{ (bytes/palabra)} = 5 \cdot 4 = 20 \text{ Bytes}$$

$$\text{Entonces, } TAM = 1980 \text{ Bytes} + 20 \text{ Bytes} = 2000 \text{ Bytes, } \checkmark$$

2. ¿Cuántos datagramas se generan hacia el exterior (Internet)?

Solución en la siguiente página.





3. ¿Cuál es el TTL de los datagramas que salen hacia Internet?

Como hemos dado tres saltos ( $62 - 3 = 59$ ), el TTL es 59.

4. A parte de los campos relacionados con la fragmentación y el TTL, ¿varía algún campo más?

Varía el checksum puesto que el TTL, el offset y las longitudes han cambiado.

5. Suponiendo que las tablas ARP están vacías cuando se envía este datagrama, ¿cuántas tramas de tipo ARP se generan?

El camino es H3 → R1 → R2 → R3 → Internet.

Como cada paso genera un par de tramas petición-respuesta. Tendrámos 8 tramas ARP ( $2 \times 4$ ).

# 20

**Ejercicio 20:** Supongamos que tenemos un router R1 con la tabla de encaminamiento que se muestra a continuación:

Entrada	Dirección de subred	Máscara	Siguiente router
1	128.96.39.0	255.255.255.128	Directo (eth0)
2	128.96.39.128	255.255.255.128	Directo (eth1)
3	128.96.40.0	255.255.255.128	128.96.39.1 (R2)
4	192.4.153.0	255.255.255.192	128.96.39.192 (R3)
5	defecto		128.96.39.126 (R4)

a) De acuerdo a la información que aparece en la tabla de encaminamiento de R1, dibujar un esquema donde se vean reflejadas todas las subredes que interconecta R1 ubicando también a los routers R2, R3 y R4. Considerar que todas las subredes son segmentos ethernet.

b) Describir esquemáticamente por qué entrada encamina el router a cada uno de los paquetes que le llegan con cada una de las siguientes direcciones destino. Ubicar en el dibujo del apartado (a) aquellos host que pertenezcan a algunas de las subredes contempladas.

(1) 128.96.39.10

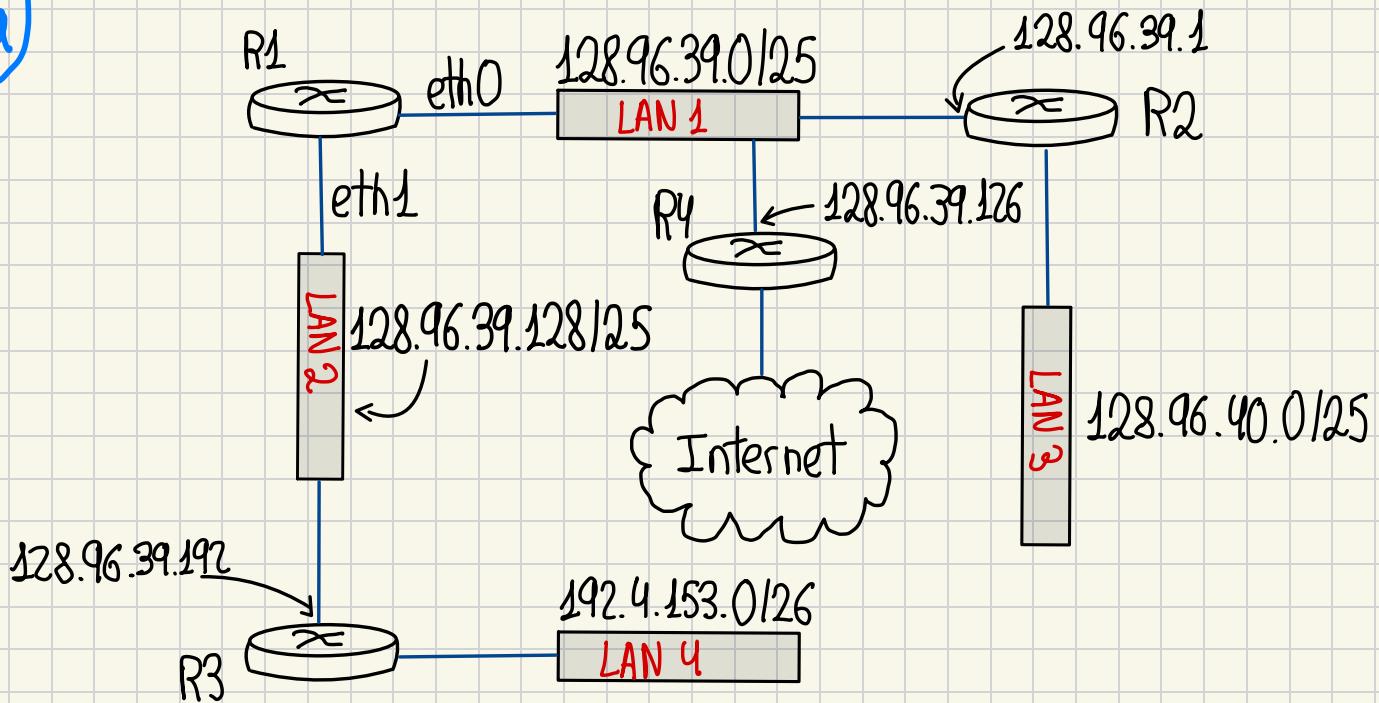
(2) 128.96.40.12

(3) 128.96.40.151

(4) 192.4.153.17

(5) 192.4.153.90

a)



b)

Primero tenemos que contemplar el rango de direcciones que registra cada LAN:

LAN 1: 32 bits - 25 bits (Máscara) = 7 bits  $\rightarrow 2^7 = 128$

Rango: [128.96.39.0 - 128.96.39.127]

LAN 2: 32 bits - 25 bits (Máscara) = 7 bits  $\rightarrow 2^7 = 128$

Rango: [128.96.39.128 - 128.96.39.255]

LAN 3: 32 bits - 25 bits (Máscara) = 7 bits  $\rightarrow 2^7 = 128$

Rango: [128.96.40.0 - 128.96.40.127]

LAN 4: 32 bits - 26 bits (Máscara) = 6 bits  $\rightarrow 2^6 = 64$

Rango: [128.4.153.0 - 128.4.153.63]

(1) 128.96.39.10 : Pertenece a la LAN 1 (Directa).

(2) 128.96.40.12 : Pertenece a la LAN 2 (R2).

(3) 128.96.40.151 : No pertenece a ninguna subred.

(4) 128.96.153.17 : Pertenece a la LAN 4 (R3).

(5) 192.4.153.90.0 : No pertenece a ninguna subred.