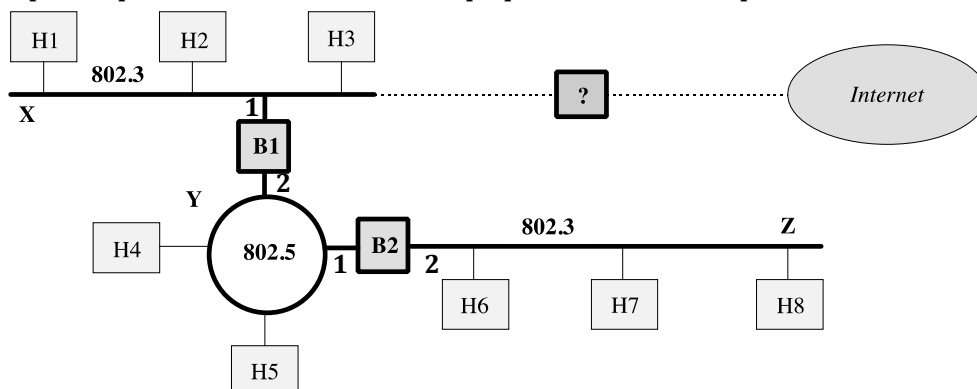


Ejercicio 1. En la figura se aprecian tres LANs (dos 802.3 y una 802.5) interconectadas por dos puentes (B1 y B2) que utilizan encaminamiento con aprendizaje. La red X está conectada a través de B1 a Y, mientras que las redes Y y Z están conectadas a través de B2. Asimismo se dispone de un *dispositivo 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.

H1 envía a H2:

- H1 envía al segmento X.
- B1 recibe el paquete por 1 y busca si H1 o H2 está en la tabla:
 - H1 no está -> B1 añade en su tabla que H1 está en el enlace 1
 - H2 no está -> B1 retransmite el paquete por el enlace 2 (segmento Y)
- B2 recibe el paquete por 1 y busca si H1 o H2 está en la tabla:
 - H1 no está -> B2 añade en su tabla que H1 está en el enlace 1
 - H2 no está -> B2 retransmite el paquete por el enlace 2 (segmento Z)
- H2 recibe la trama

B1	
Dir. Destino	Enlace
H1	1

B2	
Dir. Destino	Enlace
H1	1

H2 confirma a H1:

- H2 envía al segmento X.
- B1 recibe el paquete por 1 y busca si H2 o H1 está en la tabla:
 - H2 no está -> B1 añade en su tabla que H2 está en el enlace 1
 - H1 está -> no hace nada ya que está en el enlace por el que lo recibe.
- H1 recibe la trama

B1	
Dir. Destino	Enlace
H1	1
H2	1

B2	
Dir. Destino	Enlace
H1	1

H5 envía a H6:

- H5 envía al segmento Y.
- B1 y B2 reciben el paquete por 1 y 2 (respectivamente) y buscan si H5 o H6 está en la tabla:
 - H5 no está -> B1 y B2 lo añaden en su tabla de forma apropiada
 - H6 no está -> B1 retransmite el paquete por el enlace 1 (segmento X) y B2 por el 2 (segmento Z)
- H6 recibe la trama

B1	
Dir. Destino	Enlace
H1	1
H2	1
H5	2

B2	
Dir. Destino	Enlace
H1	1
H5	1

H1 envía a H6:

- H1 envía al segmento X.
- B1 recibe el paquete por 1 y busca si H1 o H6 está en la tabla:
 - H1 sí está -> B1 no hace nada.
 - H6 no está -> B1 retransmite el paquete por el enlace 2 (segmento Y)
- B2 recibe el paquete por 1 y busca si H1 o H6 está en la tabla:
 - H1 sí está -> B2 no hace nada.
 - H6 no está -> B2 retransmite el paquete por el enlace 2 (segmento Z)
- H6 recibe la trama

B1	
Dir. Destino	Enlace
H1	1
H2	1
H5	2

B2	
Dir. Destino	Enlace
H1	1
H5	1

H6 envía a H1 la confirmación:

- H6 envía al segmento Z.
- B2 recibe el paquete por 2 y busca si H6 o H1 está en la tabla:
 - H6 no está -> B2 añade a su tabla H6 por el enlace 2.
 - H1 sí está -> usando su tabla B2 retransmite el paquete por el enlace 1 (segmento Y)
- B1 recibe el paquete por 2 y busca si H6 o H1 está en la tabla:
 - H6 no está -> B1 añade a su tabla H6 por el enlace 2.
 - H1 sí está -> usando su tabla B1 retransmite el paquete por el enlace 1 (segmento X)
- H1 recibe la trama

B1	
Dir. Destino	Enlace
H1	1
H2	1
H5	2
H6	2

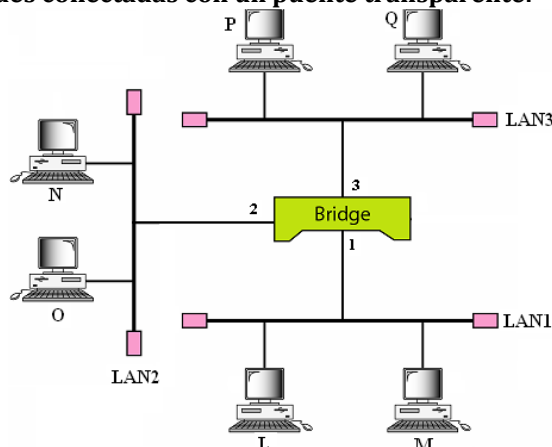
B2	
Dir. Destino	Enlace
H1	1
H5	1
H6	2

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?

Al conectarse a una red externa, es obligatorio que al menos sea un router o superior. Las direcciones IP mínimas estrictamente hablando sería 1 (lado externo del router), pero eso no permitiría la comunicación externa. Se deberían asignar una IP (podría ser privada) a cada máquina (8+1 la interna del router + 2 especiales) y disponer de otra adicional (ya pública) para el lado externo del router.

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?

Lo mínimo sería las direcciones físicas de ambos equipos, aunque seguramente si la comunicación requiere un nivel superior (posiblemente requiera tener IP/puerto).

Ejercicio 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

P envía a M:

- P envía al segmento LAN3.
- El *Bridge* recibe la trama por 3 y busca si P o M está en la tabla:
 - P no está -> lo añade en su tabla que P está en el enlace 3
 - M no está -> Lo retransmite el paquete por el enlace 1 (segmento LAN1) y 2 (segmento LAN2).
- M recibe la trama.

Bridge	
Dir. Destino	Enlace
P	3

N envía a L:

- N envía al segmento LAN2.
- El *Bridge* recibe la trama por 2 y busca si N o L está en la tabla:
 - N no está -> lo añade en su tabla que N está en el enlace 2
 - L no está -> Lo retransmite el paquete por el enlace 1 (segmento LAN1) y 3 (segmento LAN3)
- L recibe la trama.

Bridge	
Dir. Destino	Enlace
P	3
N	2

Q envía a O:

- Q envía al segmento LAN3.
- El *Bridge* recibe la trama por 3 y busca si Q u O está en la tabla:
 - Q no está -> lo añade en su tabla que Q está en el enlace 3
 - O no está -> Lo retransmite el paquete por el enlace 1 (segmento LAN1) y 2 (segmento LAN2)
- O recibe la trama.

Bridge	
Dir. Destino	Enlace
P	3
N	2
Q	3

M envía a N:

- M envía al segmento LAN1.
- El *Bridge* recibe la trama por 1 y busca si M o N está en la tabla:
 - M no está -> lo añade en su tabla que M está en el enlace 1
 - N sí está -> Lo retransmite por el enlace 2 (segmento LAN2)
- N recibe la trama.

Bridge	
Dir. Destino	Enlace
P	3
N	2
Q	3
M	1

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

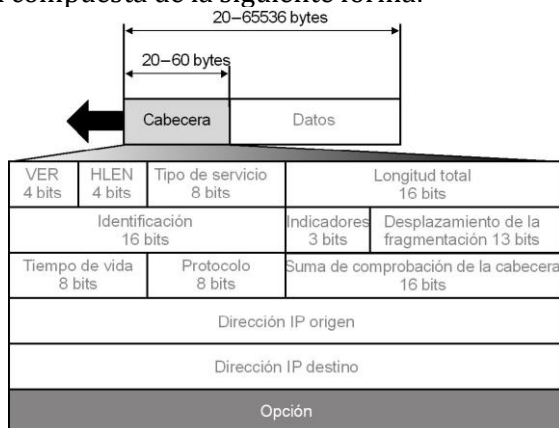
Si la tabla está completamente rellena sabe dónde están todos los nodos y retransmite sólo por los segmentos correspondientes. En el caso particular de P y Q están en el mismo segmento (LAN3), por lo que el bridge al recibirlo, vería que Q está por el enlace 3 y como recibió la trama por 3, no haría nada.

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:

Sabemos que la cabecera está compuesta de la siguiente forma:



Para el ejemplo del ejercicio por lo tanto tendríamos:

4	5	0	10020			
23456			0	0	0	0
10		6	CHECKSUM			
150.218.7.10						
100.10.1.3						
Datos (0-9999)						

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 continuación se muestran tanto los campos influyentes en la fragmentación como aquellos que cambian al pasar por el nodo intermedio (el checksum también cambia pero no se muestra debido a que el proceso de cálculo es complejo).

Fragmento	ID	MF ¹	Offset ²	Longitud ³	Datos	TTL ⁴
Original	23456	0	0	10020	0-9999	10
F1	23456	1	0	3996	0-3975	9
F2	23456	1	497	3996	3976-7951	9
F3	23456	0	994	2068	7952-9999	9

¹ **MF** indica si hay más fragmentos y siempre estará a 1 salvo en el último (si el original era 0).

² **Offset** indica los datos de este fragmento donde van dentro del total. Este valor está dividido entre 8.

³ **Longitud** completa del datagrama. Aunque permite 4000 B, 3980 B (sin cabecera) no es múltiplo de 8 y se elige el más cercano sin pasarse 3976.

⁴ **TTL** indica cuántos saltos puede dar el paquete. Entonces cada vez que atravesase un nodo intermedio se reduce en 1.

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.

A continuación se muestran tanto los campos influyentes en la fragmentación como aquellos que cambian al pasar por el nodo intermedio de los que se nos aporta información en el enunciado (sabemos de forma indirecta que la cabecera no tiene opciones ya que el datagrama ocupa 1420 B y los datos 1400 => Cabecera 20 bytes que es el tamaño mínimo - sin opciones):

Fragmento	ID	MF ¹	Offset ²	Longitud ³	Datos ⁴
Original	23456	0	180	1420	1440-2839
F1	23456	1	180	796	1440-2215
F2	23456	0	277	644	2216-2839

¹ **MF** indica si hay más fragmentos y siempre estará a 1 salvo en el último

² **Offset** indica los datos de este fragmento donde van dentro del total. Este valor está dividido entre 8.

³ **Longitud** completa del datagrama. Aunque permite 800 B, 780 B (sin cabecera) no es múltiplo de 8 y se elige el más cercano sin pasarse 776.

⁴ **Datos** contenidos en el datagrama. Como nos dicen que el original tienen offset de 180 sabemos que los datos comienzan en 1440 (180*8).

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.

A continuación se muestran tanto los campos influyentes en la fragmentación como aquellos que cambian al pasar por el nodo intermedio de los que se nos aporta información en el enunciado (sabemos de forma indirecta que la cabecera no tiene opciones ya que el datagrama ocupa 2520 B y los datos 2500 => Cabecera 20 bytes que es el tamaño mínimo - sin opciones):

Fragmento	ID	MF ¹	Offset ²	Longitud ³	Datos
Original	23456	0	0	2520	0-2499
F1	23456	1	0	1500	0-1479
F2	23456	0	185	1040	1480-2499

¹ **MF** indica si hay más fragmentos y siempre estará a 1 salvo en el último

² **Offset** indica los datos de este fragmento donde van dentro del total. Este valor está dividido entre 8.

³ **Longitud** completa del datagrama. En este caso 1480 (MTU sin cabecera) sí es múltiplo de 8 y podemos aprovecharlo completamente.

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 fragmento 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.

Fragmento	ID	MF	Offset	Longitud	Datos
Original	23456	0	0	4020	0-3999
F1	23456	1	0	1500	0-1479
F2	23456	1	185	1500	1480-2959
F3	23456	0	370	1060	2960-3999

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.

Fragmento	ID	MF ¹	Offset	Longitud	Datos
F1	23456	1	0	1500	0-1479
F1-1	23456	1	0	500	0-479
F1-2	23456	1	60	500	480-959
F1-3	23456	1	120	500	960-1439
F1-4	23456	1	180	60	1440-1479

¹ Debe notarse que cómo MF empieza en el fragmento inicial a 1 (es un fragmento intermedio), su sub-fragmentos también lo tendrán a 1 (ya que ninguno de ellos es el final)

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?

Si nos fijamos en el rango que no han dado es 192.168.100.X es decir que tenemos 8 bits disponibles tanto para subredes más los equipos contenidos en esas subredes.

Por otro lado nos dicen que la máscara es 255.255.255.192. Los 3 primeros bytes indican confirman que van a ser fijo como decía el rango indicado. Como $192_{10} = 11000000_2$ indica que vamos a utilizar 2 bits para diferencias las subredes ($2^2 = 4$ subredes) y que usamos 6 bits para identificar los nodos dentro de cada subred ($2^6 = 64$ equipos por subred).

Ejercicio 8: Dada la red 172.16.0.0 con máscara 255.255.224.0:**a) Expresa la dirección de la red utilizando el formato CIDR**

Si convertimos la máscara a binario:

11111111 11111111 11100000 00000000

Vemos que los primeros 19 bits (8+8+3) son identifican la red, entonces esa red con notación CIDR sería: 172.16.0.0/19

b) Indique cuáles de las siguientes direcciones están en esa red y cuáles no:

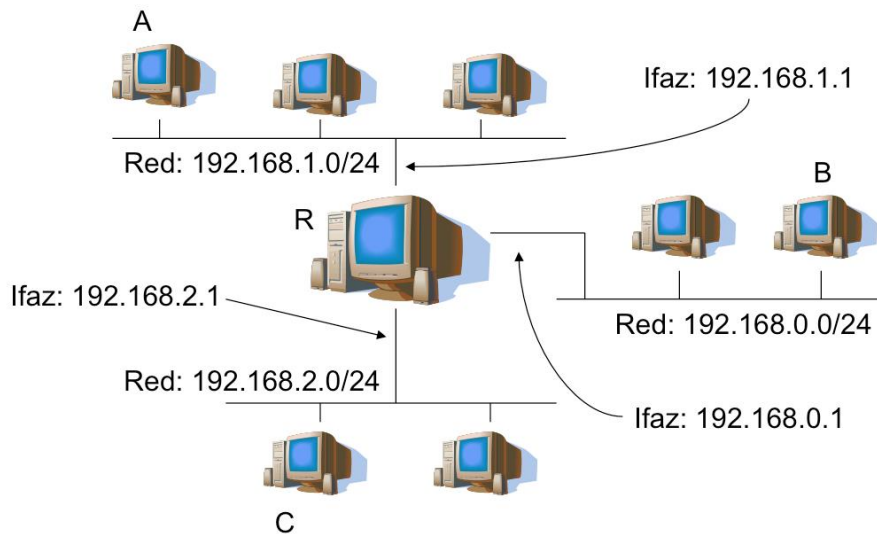
Para identificar si un equipo está en una red hay dos mecanismos:

1.- Se aplica (operación AND) a la IP la máscara y debe dar como identificador de red el mismo que el que tiene la red estamos mirando. Así lo hacen los encaminadores ya que esa operación es rápida con el HW disponible.

2.- Deducir el rango de direcciones disponibles en la red y ver si la IP está en el rango. (Esta forma es más sencilla para nosotros. En este ejercicio el rango de direcciones permitidas sería de 172.16.0.0 a 172.16.31.255

- a. **172.17.15.73** => No, el segundo byte 17 y en esta red siempre está a 16.
- b. **172.16.1.2** => Sí, está en el rango indicado o si se aplica la máscara da 172.16.0.0.
- c. **255.255.255.255** => No aunque esta dirección es especial se puede usar en cualquier red indicando que queremos enviar a todos (difusión).
- d. **172.16.254.3** => No, el tercer byte no puede pasar de 31. Si aplicamos la máscara sale: 172.16.224.0 que no es la misma que tenemos.
- e. **172.16.31.254** => Sí, está en el rango indicado o si se aplica la máscara da 172.16.0.0.
- f. **127.0.0.1** => No aunque al igual que en c) se debe poder utilizar para indicar que nos queremos enviar a nosotros mismos (loopback)
- g. **172.16.32.6** => No, el tercer byte no puede pasar de 31. Si aplicamos la máscara sale: 172.16.32.0 que no es la misma que tenemos.

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.



Para realizar esas tablas:

- En la primera columna (red) se indican todas las posibles redes destino.
- En la segunda (destino) se indica si es entrega directa (su misma red) o el nodo intermedio (router) por el que debe pasar para llegar al destino.
- En la tercera (interfaz) se indica el interfaz (si dispone de varios) por el que debe enviarse el datagrama.
- En caso de que haya conexión a Internet (en este caso no lo hay) se añade una fila con red default y el camino hacia ese acceso al exterior. Si hay líneas que coinciden con default se pueden eliminar.

Tabla de A

Red	Destino	Interfaz
192.168.0.0/24	192.168.1.1	192.168.1.A
192.168.1.0/24	Ent. Direct.	192.168.1.A
192.168.2.0/24	192.168.1.1	192.168.1.A

Tabla de B

Red	Destino	Interfaz
192.168.0.0/24	Ent. Direct.	192.168.0.B
192.168.1.0/24	192.168.0.1	192.168.0.B
192.168.2.0/24	192.168.0.1	192.168.0.B

Tabla de C

Red	Destino	Interfaz
192.168.0.0/24	192.168.2.1	192.168.2.C
192.168.1.0/24	192.168.2.1	192.168.2.C
192.168.2.0/24	Ent. Direct.	192.168.2.C

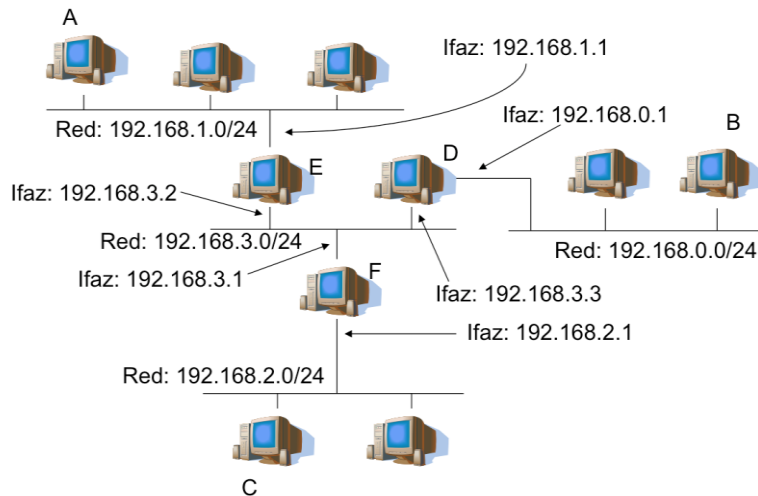
Tabla de R

Red	Destino	Interfaz
192.168.0.0/24	Ent. Direct.	192.168.0.1
192.168.1.0/24	Ent. Direct.	192.168.1.1
192.168.2.0/24	Ent. Direct.	192.168.2.1

En linux tenemos el comando **route** para añadir/modificar entradas en el tabla de encaminamiento. En podemos utilizar:

- Entrega directa: **route add -net <net> netmask <mask> dev <device>**
- Entrega indirecta: **route add -net <net> netmask <mask> gw <node>**
- Entrada por defecto: **route add default gw <node>**

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.



Para realizar esas tablas:

- En la primera columna (red) se indican todas las posibles redes destino.
- En la segunda (destino) se indica si es entrega directa (su misma red) o el nodo intermedio (router) por el que debe pasar para llegar al destino.
- En la tercera (interfaz) se indica el interfaz (si dispone de varios) por el que debe enviarse el datagrama.
- En caso de que haya conexión a Internet (en este caso no lo hay) se añade una fila con red default y el camino hacia ese acceso al exterior. Si hay líneas que coinciden con default se pueden eliminar.

Tabla de A

Red	Destino	Interfaz
192.168.0.0/24	192.168.1.1	192.168.1.A
192.168.1.0/24	Ent. Direct.	192.168.1.A
192.168.2.0/24	192.168.1.1	192.168.1.A
192.168.3.0/24	192.168.1.1	192.168.1.A

Tabla de B

Red	Destino	Interfaz
192.168.0.0/24	Ent. Direct.	192.168.0.B
192.168.1.0/24	192.168.0.1	192.168.0.B
192.168.2.0/24	192.168.0.1	192.168.0.B
192.168.3.0/24	192.168.0.1	192.168.0.B

Tabla de C

Red	Destino	Interfaz
192.168.0.0/24	192.168.2.1	192.168.2.C
192.168.1.0/24	192.168.2.1	192.168.2.C
192.168.2.0/24	Ent. Direct.	192.168.2.C
192.168.3.0/24	192.168.2.1	192.168.2.C

Tabla de D

Red	Destino	Interfaz
192.168.0.0/24	Ent. Direct.	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	Ent. Direct.	192.168.3.3

Tabla de E

Red	Destino	Interfaz
192.168.0.0/24	192.168.3.3	192.168.3.2
192.168.1.0/24	Ent. Direct.	192.168.1.1
192.168.2.0/24	192.168.3.1	192.168.3.2
192.168.3.0/24	Ent. Direct.	192.168.3.2

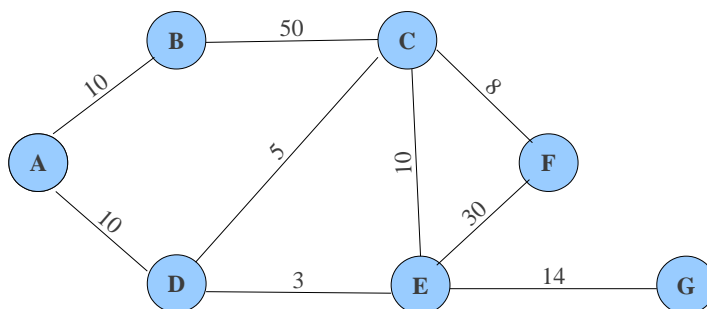
Tabla de F

Red	Destino	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	Ent. Direct.	192.168.2.1
192.168.3.0/24	Ent. Direct.	192.168.3.1

En linux tenemos el comando **route** para añadir/modificar entradas en el tabla de encaminamiento. En podemos utilizar:

- Entrega directa: **route add -net <net> netmask <mask> dev <device>**
- Entrega indirecta: **route add -net <net> netmask <mask> gw <node>**
- Entrada por defecto: **route add default gw <node>**

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



a) 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)?

Tiempo 0:

- A envía a B y D (2 envíos)

Tiempo 1:

- B recibe de A y envía a C (1 envío)
- D recibe de A y envía a C y E (2 envíos)

Tiempo 2:

- C recibe de B y envía a D, E y F (3 envíos)
- C recibe de D y envía a B, E y F (3 envíos)
- E recibe de D y envía a C, F y G (3 envíos)

Tiempo 3:

- G recibe de E
- ...

G recibe el datagrama en 3 saltos y hasta ese momento hubo 14 envíos.

b) Utilizando el algoritmo de encaminamiento de vector de distancias con los costes 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 el subgrafo que incluye los nodos A a E.

Cada vez que un nodo X actualiza su tabla (ya sea cuando la crea inicialmente o cuando al recibir información la modifica), cada nodo pasa a sus nodos adyacentes parte de su tabla (destino-coste) y el destinatario del paquete, actualiza de su tabla de la siguiente forma:

- Compara cada par de su tabla $\langle Y, \text{coste}_Y, Z \rangle$ con $\langle Y, \text{coste}_{Y_por_X} + \text{coste}_X \rangle$ y si el nuevo es menor, cambia su tabla a $\langle Y, \text{coste}_{Y_por_X}, X \rangle$

• Inicial

A			B			C			D			E			F		
A	0	-	A	10	A	A	∞	?	A	10	A	A	∞	?	A	∞	?
B	10	B	B	0	-	B	50	B	B	∞	?	B	∞	?	B	∞	?
C	∞	?	C	50	C	C	0	-	C	5	C	C	10	C	C	8	C
D	10	D	D	∞	?	D	5	D	D	0	-	D	3	D	D	∞	?
E	∞	?	E	∞	?	E	10	E	E	3	E	E	0	-	E	30	E
F	∞	?	F	∞	?	F	8	F	F	∞	?	F	30	F	F	0	-

• 1

A			B			C			D			E			F		
A	0	-	A	10	A	A	15	D	A	10	A	A	13	D	A	∞	?
B	10	B	B	0	-	B	50	B	B	20	A	B	60	C	B	58	C
C	15	D	C	50	C	C	0	-	C	5	C	C	8	D	C	8	C
D	10	D	D	20	A	D	5	D	D	0	-	D	3	D	D	13	C
E	13	D	E	60	C	E	8	D	E	3	E	E	0	-	E	18	C
F	∞	?	F	58	C	F	8	F	F	13	C	F	18	C	F	0	-

• 2

A			B			C			D			E			F		
A	0	-	A	10	A	A	15	D	A	10	A	A	13	D	A	23	C
B	10	B	B	0	-	B	25	D	B	20	A	B	23	D	B	58	C
C	15	D	C	25	A	C	0	-	C	5	C	C	8	D	C	8	C
D	10	D	D	20	A	D	5	D	D	0	-	D	3	D	D	13	C
E	13	D	E	23	A	E	8	D	E	3	E	E	0	-	E	16	C
F	23	D	F	58	C	F	8	F	F	13	C	F	16	D	F	0	-

• 3

A			B			C			D			E			F		
A	0	-	A	10	A	A	15	D	A	10	A	A	13	D	A	23	C
B	10	B	B	0	-	B	25	D	B	20	A	B	23	D	B	33	C
C	15	D	C	25	A	C	0	-	C	5	C	C	8	D	C	8	C
D	10	D	D	20	A	D	5	D	D	0	-	D	3	D	D	13	C
E	13	D	E	23	A	E	8	D	E	3	E	E	0	-	E	16	C
F	23	D	F	33	A	F	8	F	F	13	C	F	16	D	F	0	-

c) Suponga la situación estable del apartado anterior como escenario de partida y simule que se incorpora el nodo G. ¿cómo cambian las tablas?

G al insertarse nada más tendría conocimiento de E (y G), con lo que su tabla sería:

G		
E	14	E
G	0	-

Esa tabla a E. E descubriría el nuevo G y lo añadiría a su tabla, quedando:

E		
A	13	D
B	23	D
C	8	D
D	3	D
E	0	-
F	16	D
G	14	G

Al cambiar su tabla se la pasaría a C, D, F y G. Estos nodos actualizarían las tablas con los nuevos nodos, pero no afecta a los últimos. En el siguiente paso le llegaría la nueva tabla (ya con G) a A y B haciendo que toda la red estuviese actualizada.

d) Utilizando el algoritmo basado en estado del enlace, calcule el árbol del camino más corto que se generaría para el nodo A.

En el algoritmo basado en estado del enlace, se enviarían mediante difusión la información local disponible en cada nodo (coste de los enlaces directos). Al acabar la difusión, todos los nodos pueden reconstruir el grafo completo de las redes. Entonces aplican un algoritmo de camino mínimo, típicamente Djisktra. Para el nodo A tendríamos:

Paso 0:

- Enlaces camino mínimo: { }
- Enlaces disponibles: { {A-B,10}, {A-D,10} }
- Elegido: {A-B, 10}

Paso 1:

- Enlaces camino mínimo: { {A-B, 10} }
- Enlaces disponibles: { {(A-)B-C, 60}, {A-D,10} }
- Elegido: {A-D, 10}

Paso 2:

- Enlaces camino mínimo: { {A-B, 10}, {A-D, 10} }
- Enlaces disponibles: { {(A-)D-C,15}, {(A-)D-E, 13} }
- Elegido: {D-E, 13}

Paso 3:

- Enlaces camino mínimo: { {A-B, 10}, {A-D, 10} , {(A-)D-E, 13} }
- Enlaces disponibles: { {(A-)D-C,15}, {(A-D-)E-F, 43}, {(A-D-)E-G, 27} }
- Elegido: {(A-)D-C,15}

Paso 4:

- Enlaces camino mínimo: { {A-B, 10}, {A-D, 10} , {(A-)D-E, 13}, {(A-)D-C,15} }
- Enlaces disponibles: { {(A-D-)C-F,23}, {(A-D-)E-G, 27} }
- Elegido: {(A-D-)C-F,23}

Paso 5:

- Enlaces camino mínimo: { {A-B, 10}, {A-D, 10} , {(A-)D-E, 13}, {(A-)D-C,15}, {(A-D-)C-F,23} }
- Enlaces disponibles: { {(A-D-)E-G, 27} }
- Elegido: {(A-D-)E-G, 27}

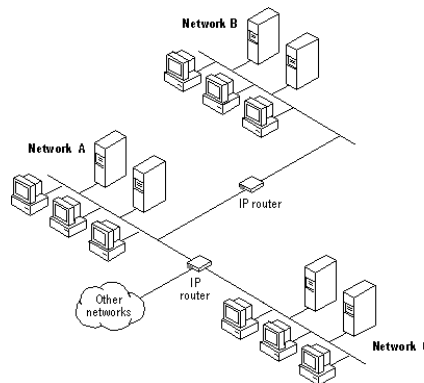
Paso 6:

- Enlaces camino mínimo: { {A-B, 10}, {A-D, 10} , {(A-)D-E, 13}, {(A-)D-C,15}, {(A-D-)C-F,23}, {(A-D-)E-G, 27} }
- Enlaces disponibles: { }
- Elegido:

Con eso podemos construir la tabla:

A		
A	0	-
B	10	B
C	15	D
D	10	D
E	13	D
F	23	D
G	27	D

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 las tablas de enrutamiento para los routers en el primer caso?



Los rangos de direcciones privadas son:

Red	Rango	Total
10.0.0.0/8	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}

Como ninguna red de las solicitada tienen más de 2^{14} equipos podemos elegir cualquier rango (tenemos en cuenta que tenemos 3 redes por lo que al menos hay que reservar 2 bits para representar la red). Para este caso escogeremos el 192.168.0.0/16.

Asignación 1: Cualquier asignación:

- Como tenemos menos de 256 redes y cada red tiene menos de 256 equipos podemos utilizar: 192.168.X.Y donde X es la red e Y el identificador del equipo.
 - Red A => 192.168.0.0/24 (192.168.0.0 ⇔ 192.168.0.255)
 - Red B => 192.168.1.0/24 (192.168.1.0 ⇔ 192.168.1.255)
 - Red C => 192.168.2.0/24 (192.168.2.0 ⇔ 192.168.2.255)
- A los routers se le asignará las primeras direcciones libres de la red (X.1 y X.2).

Tabla de router A-B

Red	Destino	Interfaz
192.168.0.0/24	Ent. Direct.	192.168.0.1
192.168.1.0/24	Ent. Direct.	192.168.1.1
Default	192.168.0.2	192.168.0.1

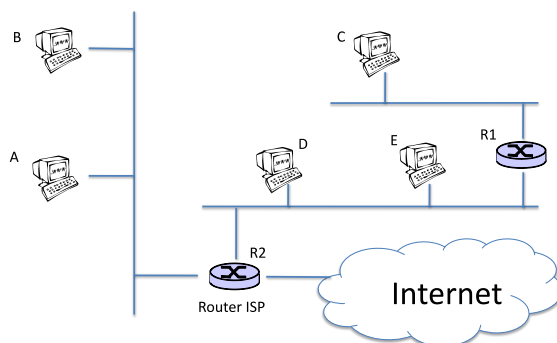
Tabla de router B-C

Red	Destino	Interfaz
192.168.0.0/24	Ent. Direct.	192.168.0.2
192.168.1.0/24	192.168.0.1	192.168.0.2
192.168.2.0/24	Ent. Direct.	192.168.2.1
Default	Ent. Direct.	IP_Externa

Asignación 2: Mínimas direcciones: (Equipos + routers + especiales -ID y difusión-)

- Red A => $10 + 2 + 2 = 14$ IPs (16) => 4 bits => Máscara 28
- Red B => $100 + 1 + 2 = 103$ IPs (128) => 7 bits => Máscara 25
- Red C => $50 + 1 + 2 = 53$ IPs (64) => 6 bits => Máscara 26
- Asignamos en orden decreciente:
 - Red B => 192.168.0.0/25 (192.168.0.0 ⇔ 192.168.0.127)
 - Red C => 192.168.0.128/26 (192.168.0.128 ⇔ 192.168.0.191)
 - Red A => 192.168.0.192/28 (192.168.0.192 ⇔ 192.168.0.207)

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).

Como ninguna red de las solicitada tienen más de 2^{14} equipos podemos elegir cualquier rango (tenemos en cuenta que tenemos 3 redes por lo que al menos hay que reservar 2 bits para representar la red). Para este caso escogeremos el 192.168.0.0/16. Como tenemos menos de 256 redes y cada red tiene menos de 256 equipos podemos utilizar: 192.168.X.Y donde X es la red e Y el equipo.

- Red 1 (donde está A y B) => 192.168.0.0/24 (192.168.0.0 ⇔ 192.168.0.255)
- Red 2 (donde está C) => 192.168.1.0/24 (192.168.1.0 ⇔ 192.168.1.255)
- Red 3 (donde está D y E) => 192.168.2.0/24 (192.168.2.0 ⇔ 192.168.2.255)

A los routers se le asignará las primeras direcciones libres de la red (X.1 y X.2) y al resto de máquinas a partir de ahí:

- Red 1: A -> 192.168.0.2 B -> 192.168.0.3 R2 -> 192.168.0.1
- Red 2: C -> 192.168.1.2 R1 -> 192.168.1.1
- Red 3: D -> 192.168.2.3 E -> 192.168.2.4 R1 -> 192.168.2.1 R2 -> 192.168.2.2

b) Escribir las tablas de encaminamiento de los routers R1 y R2 y de un ordenador de cada LAN.

Tabla de R1

Red	Destino	Interfaz
192.168.1.0/24	Ent. Direct.	192.168.1.1
192.168.2.0/24	Ent. Direct.	192.168.2.1
Default	192.168.2.2	192.168.2.1

Tabla de A/B

Red	Destino	Interfaz
192.168.0.0/24	Ent. Direct.	192.168.0.{2,3}
Default	192.168.0.1	192.168.0.{2,3}

Tabla de D/E

Red	Destino	Interfaz
192.168.1.0/24	192.168.2.1	192.168.2.{3,4}
192.168.2.0/24	Ent. Direct.	192.168.2.{3,4}
Default	192.168.2.2	192.168.2.{3,4}

Tabla de R2

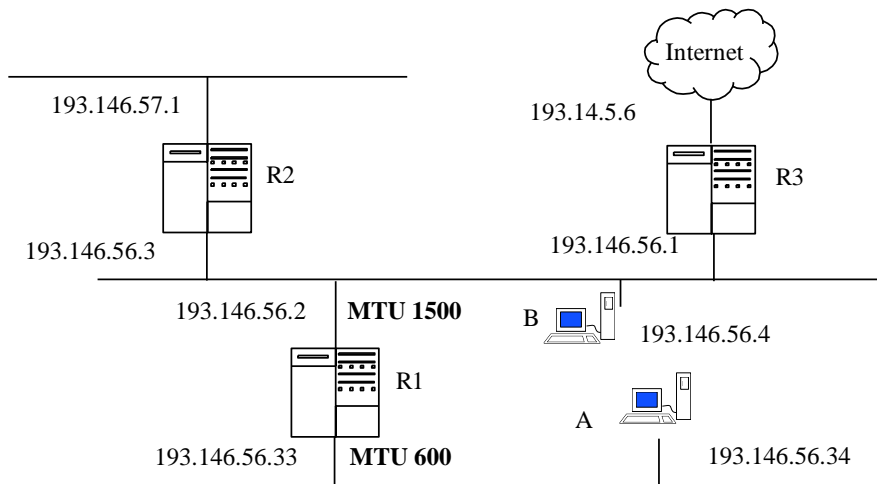
Red	Destino	Interfaz
192.168.0.0/24	Ent. Direct.	192.168.0.1
192.168.1.0/24	192.168.2.1	192.168.2.2
192.168.2.0/24	Ent. Direct.	192.168.2.2
Default	Ent. Direct.	IP_Externa

Tabla de C

Red	Destino	Interfaz
192.168.1.0/24	Ent. Direct.	192.168.1.2
Default	192.168.1.1	192.168.1.2

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?

Utiliza un mecanismo basado en NAT para convertir las direcciones privadas a una válida.

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	193.14.5.7	193.14.5.6

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:

a) 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.

ping de R1 a 193.146.56.34 (A)

- IDA:
 - R1 usa la primera entrada de la tabla y hace ED a 193.146.56.32/27 y llega a A

- VUELTA:
 - A usa la primera entrada de la tabla y hace ED 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 la tabla y hace ED a 193.146.56.0/27 y llega a R2
- VUELTA:
 - R2 usa la segunda entrada de la tabla y hace ED 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 la tabla y hace ED a 193.146.56.0/27 y llega a R3
- VUELTA:
 - R3 usa la segunda entrada de la tabla y hace ED a 193.146.56.0/24 y llega a R1**ping de R1 a 19.1.5.4 (Externo)**
- IDA:
 - R1 usa la tercera entrada de la tabla y hace EI a 193.146.56.1 (R3)
 - R3 usa la tercera entrada de la tabla y hace EI 193.14.5.7 (Router-ISP)
- VUELTA:
 - R3 usa la segunda entrada de la tabla y hace ED 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 la tabla y hace ED a 193.146.56.32/27 y llega a R1
- VUELTA:
 - R1 usa la primera entrada de la tabla y hace ED a 193.146.56.32/27 y llega a A**ping de A a 193.146.56.34 (A)**
- Al ser el mismo origen que destino, en este caso ni saca el paquete por la red.
- ping de A a 193.146.56.3 (R2)**
- IDA:
 - A usa la primera entrada de la tabla y hace ED a 193.146.56.32/27 y llega a R1
 - R1 usa la segunda entrada de la tabla y hace ED a 193.146.56.0/27 y llega a R2
- VUELTA:
 - R2 usa la segunda entrada de la tabla y hace ED 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 ED a 193.146.56.32/27 y llega a R1
 - R1 usa la tercera entrada de la tabla y hace EI a 193.146.56.1 (R3)
 - R3 usa la tercera entrada de la tabla y hace EI 193.14.5.7 (Router-ISP)
- VUELTA:
 - R3 usa la segunda entrada de la tabla y hace ED a 193.146.56.0/24 y no llega al destino.

b) Modifique las tablas de encaminamiento para que funcionen todos los comandos.

El problema es que las tablas de R2 y R3 no distinguen entre 193.146.56.0/27 y 193.146.56.32/27 ya que sólo consideran 193.146.56.0/24. La idea sería quitar esa entrada y añadir:

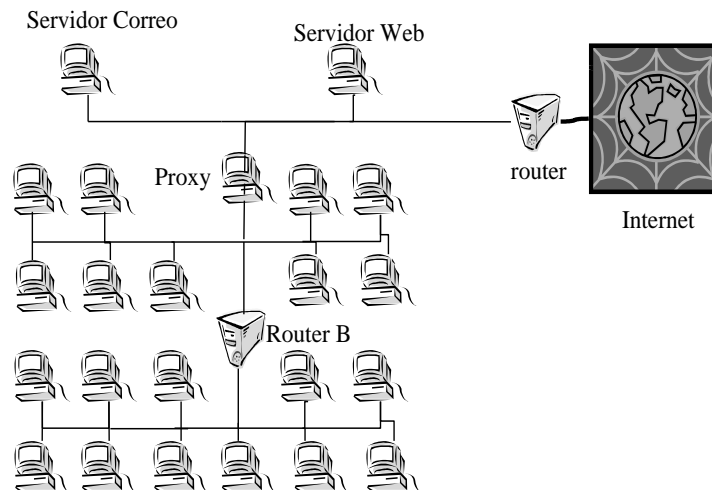
193.146.56.0/27	Entrega Directa	Interfaz R2 o R3
193.146.56.32/27	193.146.56.2	Interfaz R2 o R3

c) Indicar el contenido de la cache ARP de A y R1 después de estas pruebas.

A conoce la MAC de R1

R1 conoce la MAC de A, R2 y R3

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). La figura a continuación muestra cómo están interconectados estos elementos:

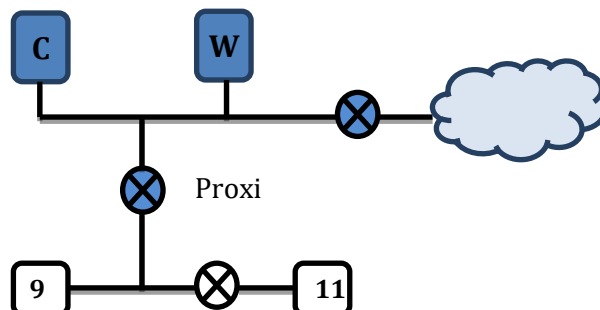


Se pide:

a) 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.

- La red que tengo es 194.143.17.8/29

Dir red: 194.143.17.8/29
 Broadcast: 194.143.17.15
 RouterA: 194.143.17.9
 Proxi: 194.143.17.10
 Correo: 194.143.17.11
 Web: 194.143.17.12



b) CALCULAR las direcciones de difusión (o broadcasting) de las redes mostradas en la figura.

- La red privada se divide en dos. Aunque no lo dice intento no desperdiciar direcciones, una red necesita 11 y otra 12. En ambas uso 4 bits para hosts → 16 direcciones en total, 14 útiles.

Red1:

Dir Red: 192.168.1.0/28
 Broadcast: 192.168.1.15
 Proxi: 192.168.1.1
 RouterB: 192.168.1.2
 Equipos: 192.168.1.3 -- 192.168.1.11

Red2:

DirRed: 192.168.1.16/28
 Broadcast: 192.168.1.31
 RouterB: 192.168.1.17
 Equipos: 192.168.1.18 -- 192.168.1.28

c) **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)

Router A

194.143.17.8/29	Entrega directa	194.143.17.9
192.168.1.0/28	194.143.17.10	194.143.17.9
192.168.1.16/28	194.143.17.10	194.143.17.9
defecto	ISP	Intf. ISP

Correo

194.143.17.8/29	Entrega directa	194.143.17.11
192.168.1.0/28	194.143.17.10	194.143.17.11
192.168.1.16/28	194.143.17.10	194.143.17.11
defecto	194.143.17.9	194.143.17.11

Web

194.143.17.8/29	Entrega directa	194.143.17.12
192.168.1.0/28	194.143.17.10	194.143.17.12
192.168.1.16/28	194.143.17.10	194.143.17.12
defecto	194.143.17.9	194.143.17.12

Proxi

194.143.17.8/29	Entrega directa	194.143.17.10
192.168.1.0/28	Entrega directa	192.168.1.1
192.168.1.16/28	192.168.1.2	192.168.1.1
defecto	194.143.17.9	194.143.17.10

RouterB

192.168.1.16/28	Entrega directa	192.168.1.17
192.168.1.0/28	192.168.1.1	192.168.1.2
defecto	192.168.1.1	192.168.1.2

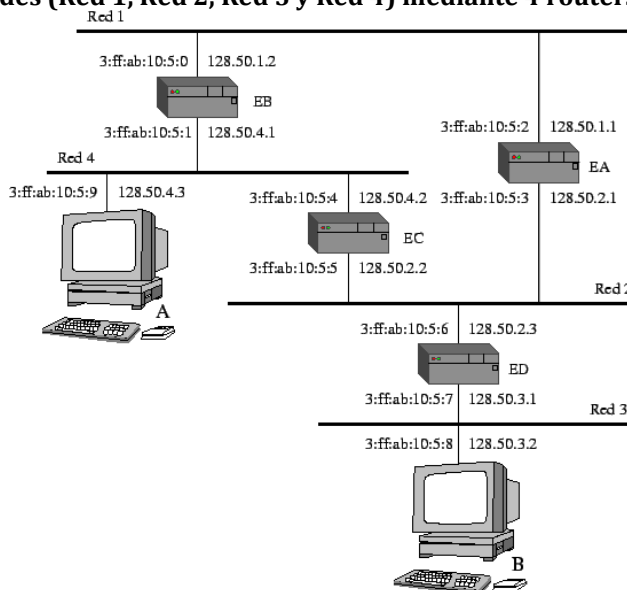
Equipo 192.168.1.5

192.168.1.0/28	Entrega directa	192.168.1.5
192.168.1.16/28	192.168.1.2	192.168.1.5
defecto	192.168.1.1	192.168.1.5

Equipo 192.168.1.20

192.168.1.16/28	Entrega directa	192.168.1.20
defecto	192.168.1.17	192.168.1.20

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	128.50.40.2	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 EC

128.50.1.0/24	128.50.4.1	3:ff:ab:10:5:4
128.50.2.0/24	Entrega directa	3:ff:ab:10:5:5
128.50.3.0/24	128.50.2.3	3:ff:ab:10:5:5
128.50.4.0/24	Entrega directa	3:ff:ab:10:5:4
Default	128.50.2.1	3:ff:ab:10:5:5

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 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

Tabla de Encaminamiento de EB

128.50.1.0/24	Entrega dir.	3:ff:ab:10:5:0
128.50.4.0/24	Entrega dir.	3:ff:ab:10:5:1
Default	128.50.4.2	3:ff:ab:10:5:1

Camino A a B: A -> EC -> ED -> B

Camino B a A: B -> ED -> EA -> EB -> A

Cada una de esas comunicaciones provoca que previamente se deban pedir sus MACs con ARP y recordemos que tanto el origen como el destino de la petición ARP guarda en su tabla el opuesto. Por lo que las tablas ARP quedarán:

A conoce la MAC de EB y EC

EB conoce la MAC de A y EA

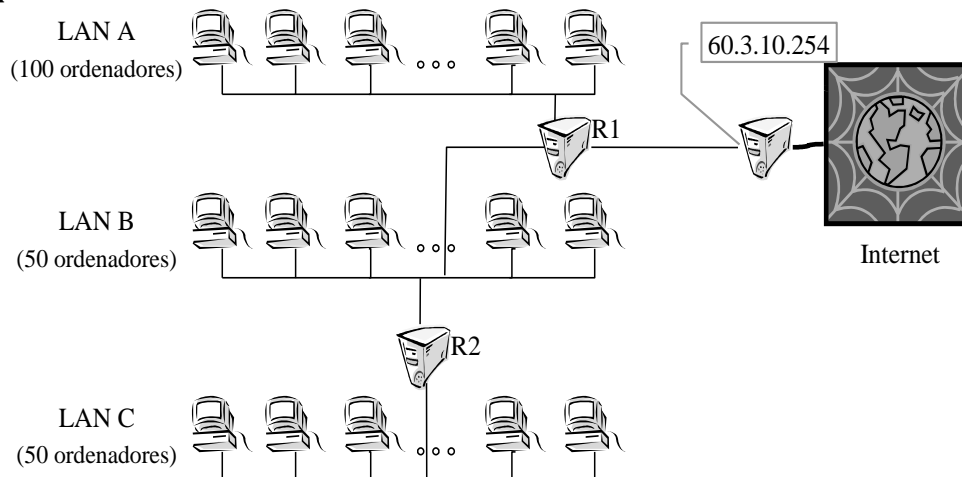
B conoce la MAC de ED

EC conoce la MAC de A y ED

EA conoce la MAC de EB y ED

ED conoce la MAC de B, EA y EC

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).

La dirección 200.0.0.0 es de clase C indicando que su máscara es 255.255.255.0 (/24). Eso nos deja 255 posibles direcciones, lo cual es ajustado a las tres redes que queremos (203 IPs sólo en equipos y routers). Tenemos que hacer una asignación con el menor desperdicio de direcciones: (Equipos + routers + especiales -ID y difusión-)

- Red A => 100 + 1 + 2 = 103 IPs (128) => 7 bits => Máscara 25
- Red B => 50 + 2 + 2 = 54 IPs (64) => 6 bits => Máscara 26
- Red C => 50 + 1 + 2 = 53 IPs (64) => 6 bits => Máscara 26
- Asignamos en orden decreciente (primera es ID y la última del rango es difusión):
 - Red A => 200.0.0.0/25 (200.0.0.0 ⇔ 200.0.0.127)
 - Red B => 200.0.0.128/26 (200.0.0.128 ⇔ 200.0.0.191)
 - Red C => 200.0.0.192/26 (200.0.0.192 ⇔ 200.0.0.255)

Las IPs asignadas a los routers son:

- R1-A: 200.0.0.1 R1-B: 200.0.0.129
- R2-B: 200.0.0.130 R2-C: 200.0.0.193

A los equipos:

- Red A: 200.0.0.2 - 200.0.0.101
- Red B: 200.0.0.131 - 200.0.0.180
- Red C: 200.0.0.194 - 200.0.0.243

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

Tabla de R1

Red	Destino	Interfaz
200.0.0.0/25	Ent. Direct.	200.0.0.1
200.0.0.128/26	Ent. Direct.	200.0.0.129
200.0.0.192/26	200.0.0.130	200.0.0.129
default	60.3.10.254	60.3.10.5

Tabla de R2

Red	Destino	Interfaz
200.0.0.128/26	Ent. Direct.	200.0.0.130
200.0.0.192/26	Ent. Direct.	200.0.0.193
default	200.0.0.129	200.0.0.130

Tabla de Equipo red A

Red	Destino	Interfaz
200.0.0.0/25	Ent. Direct.	200.0.0.A
Default	200.0.0.1	200.0.0.A

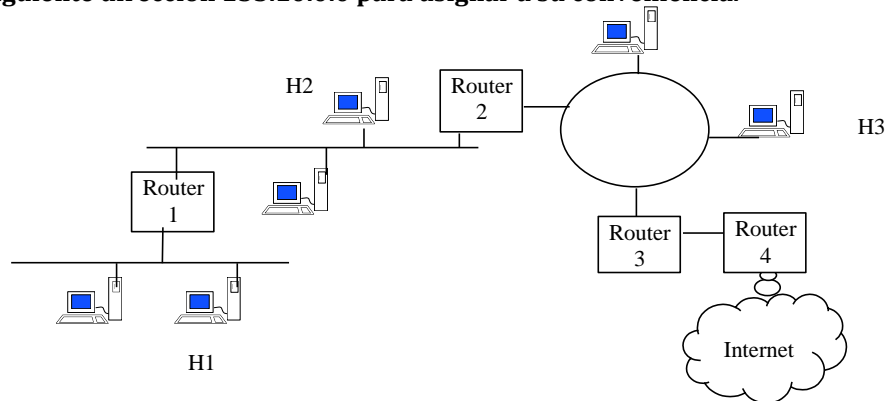
Tabla de Equipo red C

Red	Destino	Interfaz
200.0.0.192/26	Ent. Direct.	200.0.0.C
Default	200.0.0.193	200.0.0.C

Tabla de Equipo red B

Red	Destino	Interfaz
200.0.0.128/26	Ent. Direct.	200.0.0.B
200.0.0.192/26	200.0.0.130	200.0.0.B
default	200.0.0.129	200.0.0.B

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.



a) Asignar identificadores de red, máscaras de subred y direcciones IP a todos los interfaces de red de la figura.

Nos dan una dirección de clase B (máscara 16) Como tenemos menos de 256 redes y cada red tiene menos de 256 equipos podemos utilizar: 155.10.X.Y donde X es la red e Y el equipo. Si numeramos cada red por los routers que participan

- Lan 1 => 155.10.0.0/24 (155.10.0.0 ⇔ 155.10.0.255)
- Lan 1-2 => 155.10.1.0/24 (155.10.1.0 ⇔ 155.10.1.255)
- Lan 2-3 => 155.10.2.0/24 (155.10.2.0 ⇔ 155.10.2.255)
- Lan 3-4 => 155.10.3.0/24 (155.10.3.0 ⇔ 155.10.3.255)

A los routers se le asignará las primeras direcciones libres de la red (X.1 y X.2) y al resto de máquinas a partir de ahí:

- Lan 1: R1 -> 155.10.0.1 H1 -> 155.10.0.2
- Lan 1-2: R1 -> 155.10.1.1 R2 -> 155.10.1.2 H2 -> 155.10.1.3
- Lan 2-3: R2 -> 155.10.2.1 R3 -> 155.10.2.2 H3 -> 155.10.2.3
- Lan 3-4: R3 -> 155.10.3.1 R4 -> 155.10.3.2

b) 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.

Tabla de R1

Red	Destino	Interfaz
155.10.0.0/24	Ent. Direct.	155.10.0.1
155.10.1.0/24	Ent. Direct.	155.10.1.1
Default	155.10.1.2	155.10.1.1

Tabla de R2

Red	Destino	Interfaz
155.10.0.0/24	155.10.1.1	155.10.1.2
155.10.1.0/24	Ent. Direct.	155.10.1.2
155.10.2.0/24	Ent. Direct.	155.10.2.1
Default	155.10.2.2	155.10.2.1

Tabla de R3

Red	Destino	Interfaz
155.10.0.0/24	155.10.2.1	155.10.2.2
155.10.1.0/24	155.10.2.1	155.10.2.2
155.10.2.0/24	Ent. Direct.	155.10.2.2
155.10.3.0/24	Ent. Direct.	155.10.3.1
Default	155.10.3.2	155.10.3.1

Tabla de R4

Red	Destino	Interfaz
155.10.0.0/24	155.10.3.1	155.10.3.2
155.10.1.0/24	155.10.3.1	155.10.3.2
155.10.2.0/24	155.10.3.1	155.10.3.2
155.10.3.0/24	Ent. Direct.	155.10.3.2
Default	IP_ISP	IP_Ext

Tabla de H1

Red	Destino	Interfaz
155.10.0.0/24	Ent. Direct.	155.10.0.2
Default	155.10.0.1	155.10.0.2

Tabla de H2

Red	Destino	Interfaz
155.10.0.0/24	155.10.1.1	155.10.1.3
155.10.1.0/24	Ent. Direct.	155.10.1.3
Default	155.10.1.2	155.10.1.3

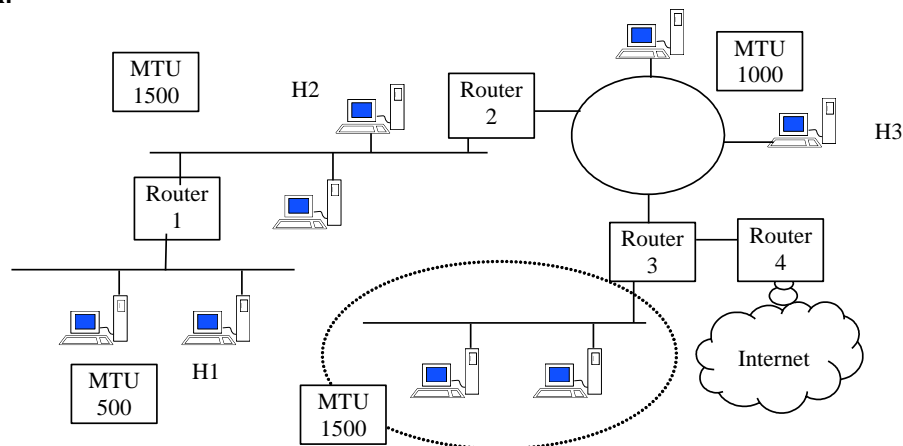
Tabla de H3

Red	Destino	Interfaz
155.10.0.0/24	155.10.2.1	155.10.2.3
155.10.1.0/24	155.10.2.1	155.10.2.3
155.10.2.0/24	Ent. Direct.	155.10.2.3
Default	155.10.2.2	155.10.2.3

c) Da una arquitectura de red (torre de protocolos) posible para el Router3

IP	
802.3	802.5

d) En una ampliación de la empresa se añade un nuevo departamento, quedando la red como muestra la siguiente figura:



d.1) 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).

- Lan 3 => 155.10.4.0/24 (155.10.4.0 ⇔ 155.10.4.255)
- Nuevo interfaz en R3: 155.10.4.1

d.2) Revisa y cambia si es necesario las tablas de encaminamiento realizadas en el apartado (b).

Sólo cambia la tabla de R3 y R4:

Tabla de R3

Red	Destino	Interfaz
155.10.0.0/24	155.10.2.1	155.10.2.2
155.10.1.0/24	155.10.2.1	155.10.2.2
155.10.2.0/24	Ent. Direct.	155.10.2.2
155.10.3.0/24	Ent. Direct.	155.10.3.1
155.10.4.0/24	Ent. Direct.	155.10.4.1
Default	155.10.3.2	155.10.3.1

Tabla de R4

Red	Destino	Interfaz
155.10.0.0/24	155.10.3.1	155.10.3.2
155.10.1.0/24	155.10.3.1	155.10.3.2
155.10.2.0/24	155.10.3.1	155.10.3.2
155.10.3.0/24	Ent. Direct.	155.10.3.2
155.10.4.0/24	155.10.3.1	155.10.3.2
Default	IP_ISP	IP_Ext

d.3) 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.

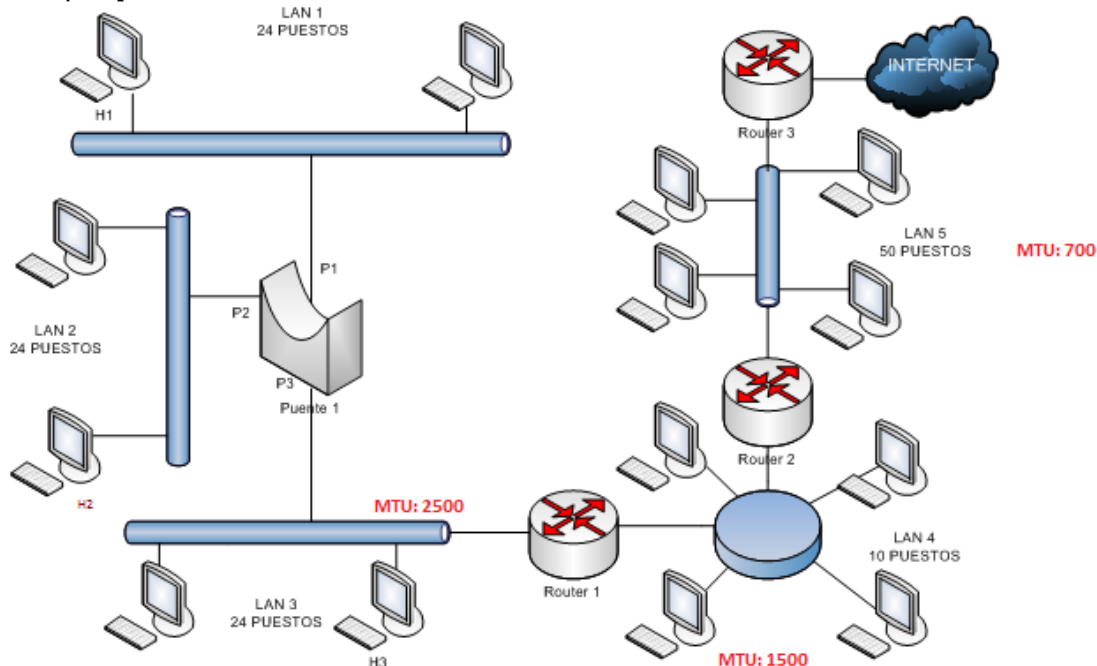
Fragmento	ID	MF ¹	Offset ²	Longitud	Datos	TTL ³
Original	X	0	0	1420	0-1399	Y
Tras R3						
F1	X	1	0	996	0-975	Y-1
F2	X	0	122	444	976-1399	Y-1
Tras R2						
F1	X	1	0	996	0-975	Y-2
F2	X	0	122	444	976-1399	Y-2
Tras R1						
F1-1	X	1	0	500	0-479	Y-3
F1-2	X	1	60	500	480-959	Y-3
F1-3	X	1	120	36	960-975	Y-3
F2	X	0	122	444	976-1399	Y-3

¹ **MF** indica si hay más fragmentos y siempre estará a 1 salvo en el último (si el original era 0).

² **Offset** indica los datos de este fragmento donde van dentro del total. Este valor está dividido entre 8.

³ **TTL** indica cuántos saltos puede dar el paquete. Entonces cada vez que atravesase un nodo intermedio se reduce en 1.

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)

H1 envía a H2:

- H1 envía al segmento LAN1.
- El *Puente 1* recibe la trama por P1 y busca si H1 o H2 está en la tabla:
 - H1 no está -> lo añade en su tabla que H1 está en el enlace P1
 - H2 no está -> Lo retransmite el paquete por el enlace P2 (segmento LAN2) y P3 (segmento LAN3).
- H2 recibe la trama.

Puente 1	
Dir. Destino	Enlace
dirFH1	P1

H1 envía a H3:

- H1 envía al segmento LAN1.
- El *Puente 1* recibe la trama por P1 y busca si H1 o H3 está en la tabla:
 - H1 sí está -> no modifica tabla
 - H3 no está -> Lo retransmite el paquete por el enlace P2 (segmento LAN2) y P3 (segmento LAN3)
- H3 recibe la trama.

Puente 1	
Dir. Destino	Enlace
dirFH1	P1

- H3 envía al segmento LAN3.
- El *Puente 1* recibe la trama por P3 y busca si H3 o H2 está en la tabla:
 - H3 no está -> lo añade en su tabla que H3 está en el enlace P3
 - H2 no está -> Lo retransmite el paquete por el enlace P2 (segmento LAN2) y P1 (segmento LAN1).
- H2 recibe la trama.

Puente 1	
Dir. Destino	Enlace
dirFH1	P1
dirFH3	P3

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.

- Lan 1-3 => $72 + 1 + 2 = 75$ IPs (128) => 7 bits => Máscara 25
- Lan 4 => $10 + 2 + 2 = 14$ IPs (16) => 4 bits => Máscara 28
- Lan 5 => $50 + 2 + 2 = 54$ IPs (64) => 6 bits => Máscara 26
- Asignamos en orden decreciente (primera es ID y la última del rango es difusión):
 - Lan 1-3 => 150.214.0.0/25 (150.214.0.0 \Leftrightarrow 150.214.0.127)
 - Lan 5 => 150.214.0.128/26 (150.214.0.128 \Leftrightarrow 150.214.0.191)
 - Red 4 => 150.214.0.192/28 (150.214.0.192 \Leftrightarrow 150.214.0.207)

- R1-Lan1-3: 150.214.0.1
- R2-Lan4: 150.214.0.194
- R3-Lan5: 150.214.0.130

- Lan1-3: 150.214.0.2-150.214.0.73
- Lan4: 150.214.0.195 - 150.214.0.204
- Lan5: 150.214.0.131 - 150.214.0.180

Red	Destino	Interfaz
150.214.0.0/25	Ent. Direct.	150.214.0.1
150.214.0.192/28	Ent. Direct.	150.214.0.193
default	150.214.0.194	150.214.0.193

Red	Destino	Interfaz
150.214.0.0/25	150.214.0.193	150.214.0.194
150.214.0.128/26	Ent. Direct.	150.214.0.129
150.214.0.192/28	Ent. Direct.	150.214.0.194
default	150.214.0.130	150.214.0.129

Red	Destino	Interfaz
150.214.0.0/25 default	Ent. Direct. 150.214.0.1	150.214.0.X 150.214.0.X

Red	Destino	Interfaz
150.214.0.0/25	150.214.0.193	150.214.0.X
150.214.0.192/28	Ent. Direct.	150.214.0.X
default	150.214.0.194	150.214.0.X

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?

2000 = 1980 (carga útil) + 20 (cabecera ya que HLEN es 5)

2. ¿Cuántos datagramas se generan hacia el exterior (Internet)? (Indique en cada datagrama generado qué valores toman los valores relacionados con la fragmentación).

Fragmento	ID	MF ¹	Offset ²	Longitud	Datos	TTL ³
Original	23456	0	0	2000	0-1979	62
Tras R1						
F1	23456	1	0	1500	0-1479	61
F2	23456	0	185	520	1480-1979	61
Tras R2						
F1-1	23456	1	0	700	0-679	60
F1-2	23456	1	85	700	680-1359	60
F1-3	23456	1	170	140	1360-1479	60
F2	23456	0	185	520	1480-1979	60

¹ **MF** indica si hay más fragmentos y siempre estará a 1 salvo en el último (si el original era 0).

² **Offset** indica los datos de este fragmento donde van dentro del total. Este valor está dividido entre 8.

³ **TTL** indica cuántos saltos puede dar el paquete. Entonces cada vez que atraviase un nodo intermedio se reduce en 1.

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

En el esquema anterior se muestran los fragmentos antes de pasar por R3 por lo el TTL será 59 tras pasar por R3.

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

Los indicados en la tabla de arriba y el checksum.

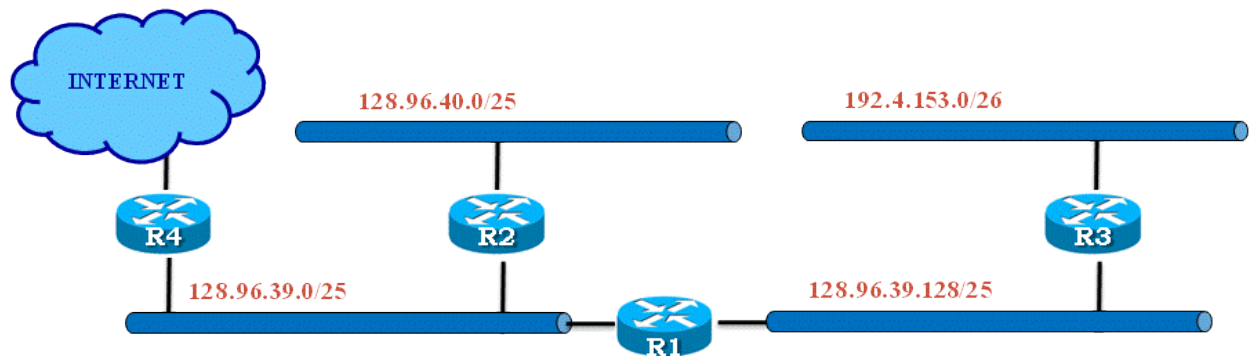
5. Suponiendo que las tablas ARP estén vacías cuando se envía ese datagrama, ¿cuántas tramas de tipo ARP se generan? (explique el motivo, origen y destino de cada una de ellas).

El camino es H3 -> R1 -> R2 -> R3. Cada uno de esas comunicaciones genera un par de tramas petición-respuesta.

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.



- Colocamos el R1 y las redes de acceso directo
- Colocamos los routers que tenemos en su red correspondiente.
- Añadimos las redes que aparecen en la tabla

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

Nota: 10 = 1010_b 12 = 1100_b 151 = 10010111_b 17 = 10001_b 90 = 1011010_b

Para a qué red pertenece cada nodo, vamos probando las diferentes máscaras (de mayor a menor) y miramos si coincide con alguna. Si no coincide, será externa:

(1) 128.96.39.10 => Red 128.96.39.0/25

(2) 128.96.40.12 => Red 128.96.40.0/25

(3) 128.96.40.151 => Externa

(4) 192.4.153.17 => Red 192.4.153.0/26

(5) 192.4.153.90 => Externa