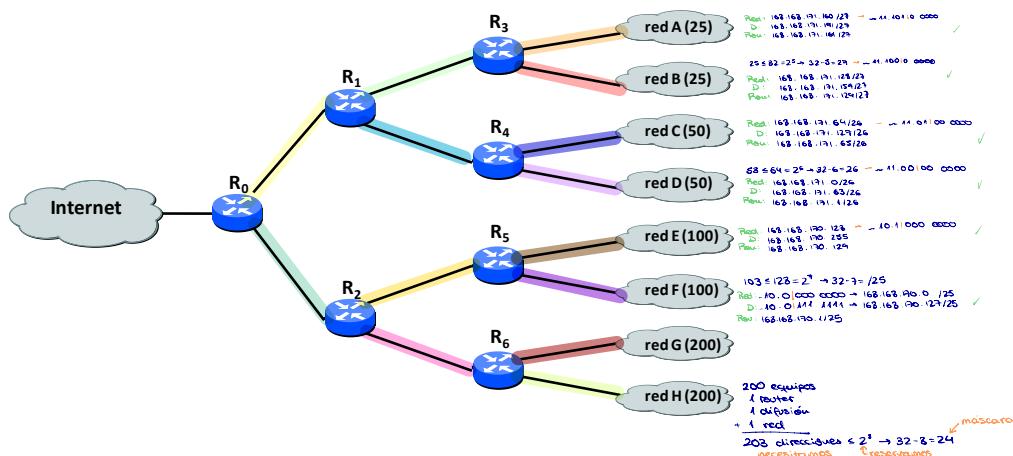


## Ejercicios – Tema 2

- ✓ 1. Se dispone de una red con la siguiente topología. Cada una de las redes finales (redes A...H) está compuesta por el número de hosts indicado entre paréntesis. Además, se ha contratado el rango de direcciones públicas 168.168.168.0/22.
- Proponga un **esquema de asignación de direcciones** (de todos los equipos) que cumpla los siguientes requisitos:
    - Todos los *hosts* han de tener asignadas direcciones públicas.
    - La asignación de direcciones ha de minimizar el tamaño de las tablas de encaminamiento.
  - Muestre las **tablas de encaminamiento** de todos los *routers*, suponiendo que se utiliza el esquema de asignación de direcciones del apartado anterior.

14 routers



### A) ESQUEMA DE ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES

- Disponemos de 168.168.168.0/22 ⇔  
 $10101000.10101000.101010|00.00000000$  (disponemos de 10 bits para direcciones IP) =  $2^{10} = 1024$  direcciones
- Hay 8 subredes identificadas, más las subredes entre los routers (otras 6).
- Empezamos centrándonos en las señaladas en la figura (A, B, ..., H).
- Habrá que asignar las máscaras de subred en función del número de equipos de cada una de ellas.

Ordenamos las redes de mayor a menor tamaño y vamos asignando direcciones. Se comienza de mayor a menor para evitar problemas al asignar direcciones consecutivas a las subredes, es decir, que utilicemos subredes con bits a 1 en la parte de equipo (algo que sería una definición incorrecta de subred).

#### RED H (200 equipos):

Para direccionar 200 equipos harían falta 8 bits →  $2^8 = 256 - 2 = 254$  IPs  
 La máscara sería  $32-8 = /24$

reservadas para  
red y difusión

Las direcciones dentro de la red estarían en el rango:

- 1 ...00..|00000000/24 [168.168.168.0/24] (dirección de red)
- 2 ...00..|11111111/24 [168.168.168.255/24] (dirección de difusión)

3 dirección de router: 168.168.168.1/24  
 generalmente es la primera disponible

4 dirección de equipos: los restantes

tiene 0 en todos los bits  
de la parte variable

↳ es la típica de difusión porque  
suele ser /24 la máscara, PERO  
cuidado que no tiene por qué  
ser así.



### RED G (200 equipos):

Para direccionar 200 equipos harían falta 8 bits  $\rightarrow 2^8 = 256 - 2 = 254$  IPs  
La máscara sería  $32-8 = /24$

Las direcciones dentro de la red estarían en el rango:

...01.|00000000/24 [168.168.169.0/24] (dirección de red)  
...01.|11111111/24 [168.168.169.255/24] (dirección de difusión)

DHCP: protocolo de asignación dinámica de IPs (es la que tiene mi router en casa)

ya he usado el  
00 y no puedo  
repetir //

### RED F (100 equipos):

Para direccionar 100 equipos harían falta 7 bits  $\rightarrow 2^7 = 128 - 2 = 126$  IPs  
La máscara sería  $32-7 = /25$

Las direcciones dentro de la red estarían en el rango:

...10.0|0000000/25 [168.168.170.0/25] (dirección de red)  
...10.0|1111111/25 [168.168.170.127/25] (dirección de difusión)

### RED E (100 equipos):

Para direccionar 100 equipos harían falta 7 bits  $\rightarrow 2^7 = 128 - 2 = 126$  IPs  
La máscara sería  $32-7 = /25$

Las direcciones dentro de la red estarían en el rango:

...10.1|0000000/25 [168.168.170.128/25] (dirección de red)  
...10.1|1111111/25 [168.168.170.255/25] (dirección de difusión)

### RED D (50 equipos):

Para direccionar 50 equipos harían falta 6 bits  $\rightarrow 2^6 = 64 - 2 = 62$  IPs  
La máscara sería  $32-6 = /26$

Las direcciones dentro de la red estarían en el rango:

...11.00|000000/26 [168.168.171.0/26] (dirección de red)  
...11.00|111111/26 [168.168.171.63/26] (dirección de difusión)

### RED C (50 equipos):

Para direccionar 50 equipos harían falta 6 bits  $\rightarrow 2^6 = 64 - 2 = 62$  IPs  
La máscara sería  $32-6 = /26$

Las direcciones dentro de la red estarían en el rango:

...11.01|000000/26 [168.168.171.64/26] (dirección de red)  
...11.01|111111/26 [168.168.171.127/26] (dirección de difusión)



**RED B (25 equipos):**

Para direccionar 25 equipos harían falta 5 bits  $\rightarrow 2^5 = 32-2 = 30$  IPs  
La máscara sería  $32-5 = /27$

Las direcciones dentro de la red estarían en el rango:

...11.100|00000/27 [168.168.171.128/27] (dirección de red)  
a  
...11.100|11111/27 [168.168.171.159/27] (dirección de difusión)

**RED A (25 equipos):**

Para direccionar 25 equipos harían falta 5 bits  $\rightarrow 2^5 = 32-2 = 30$  IPs  
La máscara sería  $32-5 = /27$

Las direcciones dentro de la red estarían en el rango:

...11.101|00000/27 [168.168.171.160/27] (dirección de red)  
a  
...11.101|11111/27 [168.168.171.191/27] (dirección de difusión)

Como la última subred asignada (a la red A) es 168.168.171.160/27, cuya última dirección es 168.168.171.191, usamos las direcciones siguientes para las redes entre routers. Estas redes necesitan 4 direcciones (subred, difusión, router X y router Y), por lo que utilizarán una máscara /30. Una posible asignación sería la siguiente:

- Subred R<sub>0</sub>-R<sub>1</sub>: 168.168.171.192/30  $\rightarrow$  direcciones 192 a 195
- Subred R<sub>0</sub>-R<sub>2</sub>: 168.168.171.196/30  $\rightarrow$  direcciones 196 a 199
- Subred R<sub>1</sub>-R<sub>3</sub>: 168.168.171.200/30  $\rightarrow$  direcciones 200 a 203
- Subred R<sub>1</sub>-R<sub>4</sub>: 168.168.171.204/30  $\rightarrow$  direcciones 204 a 207
- Subred R<sub>2</sub>-R<sub>5</sub>: 168.168.171.208/30  $\rightarrow$  direcciones 208 a 211
- Subred R<sub>2</sub>-R<sub>6</sub>: 168.168.171.212/30  $\rightarrow$  direcciones 212 a 215

Sobrarían las direcciones 168.168.171.216 a 168.168.171.255.

**AGRUPAMIENTOS**

- **G y H se agruparían en la subred ...0|0.00000000/23 [168.168.168.0/23]**  
Que sería la única entrada en la tabla del router R<sub>2</sub> hacia estas redes (a través de R<sub>6</sub>).

(RED H) ...00.00000000/24  
(RED G) ...01.00000000/24 >> 0|0.00000000 >> /23

NOTA: Estas redes ya no podrían agruparse con E y F a nivel de R<sub>0</sub>, ya que el siguiente nivel de agrupamiento (/22) define todas las direcciones disponibles en la red completa (para todas las subredes), según el rango de direcciones de que se dispone.

- **E y F se agruparían en la subred ...10.|00000000/24 [168.168.170.0/24]**  
Que sería la única entrada en la tabla del router R<sub>2</sub> hacia estas redes (a través de R<sub>5</sub>).
- **C y D se agruparían en la subred ...11.0|0000000/25 [168.168.171.0/25]**  
Que sería la única entrada en la tabla del router R<sub>1</sub> hacia estas redes (a través de R<sub>4</sub>).
- **A y B se agruparían en la subred ...11.1|0000000/25 [168.168.171.128/25]**

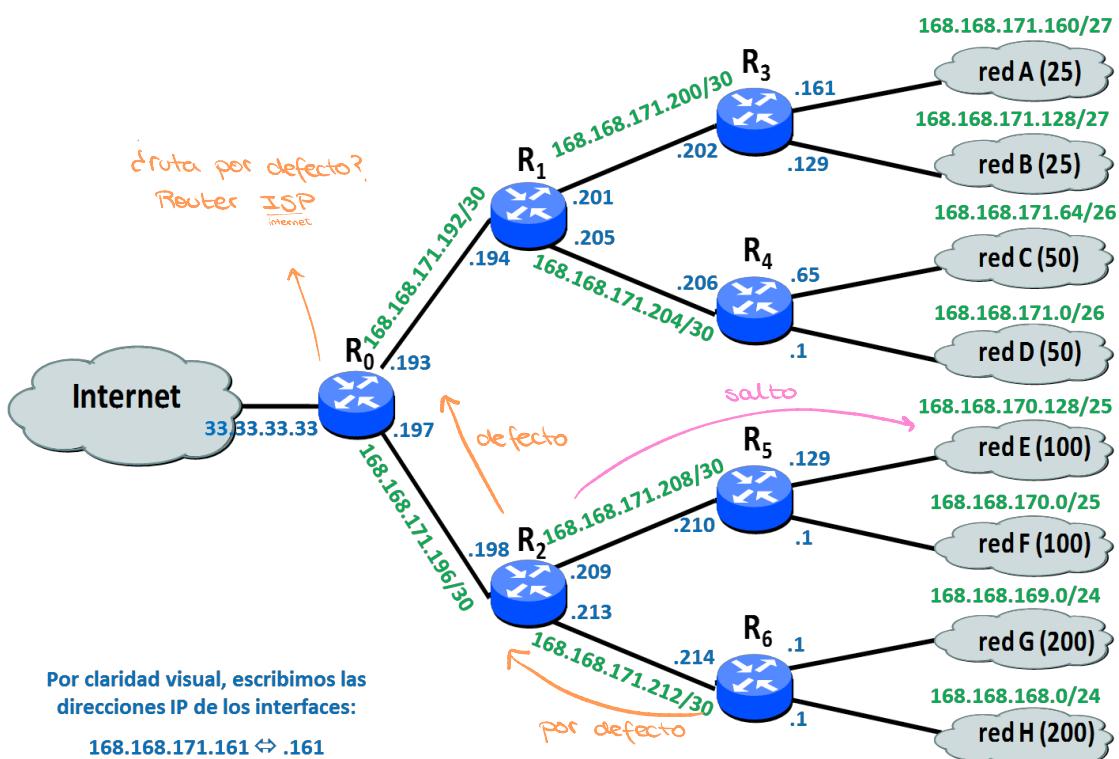
Que sería la única entrada en la tabla del router  $R_1$  hacia estas redes (a través de  $R_3$ ).

- A, B, C y D se agruparían en la subred ...11.10000000/24 [168.168.171.0/24]

Que sería la única entrada en la tabla del router  $R_0$  hacia estas redes (a través de  $R_1$ ).

La asignación de direcciones IP sería:

*\*\* Asignando las primeras IPs del rango de cada subred al/los router/routers que haya en dicha subred \*\**



## B) TABLAS DE ENCAMINAMIENTO

Las de per defecto suelen ser "hacia arriba"

### ROUTER R<sub>0</sub>

Destino	Máscara	Sig. Salto (interfaz)	
168.168.168.0	/23	$R_2$ (168.168.171.198)	Hacia redes G y H
168.168.170.0	/24	$R_2$ (168.168.171.198)	Hacia redes E y F
168.168.171.0	/24	$R_1$ (168.168.171.194)	Hacia redes A, B, C y D
168.168.171.192	/30	*	Conexión directa (subred R <sub>0</sub> -R <sub>1</sub> )
168.168.171.196	/30	*	Conexión directa (subred R <sub>0</sub> -R <sub>2</sub> )
default	-	IP Gateway ISP	Hacia Internet

### ROUTER R<sub>1</sub>

Destino	Máscara	Sig. Salto (interfaz)	
168.168.171.0	/25	$R_4$ (168.168.171.206)	Hacia redes C y D
168.168.171.128	/25	$R_3$ (168.168.171.202)	Hacia redes A y B



168.168.171.200	/30	*	Conexión directa
168.168.171.204	/30	*	Conexión directa
default	-	R <sub>0</sub> (168.168.171.193)	Hacia Internet y otras subredes

#### ROUTER R<sub>2</sub>

Destino	Máscara	Sig. Salto (interfaz)	
168.168.168.0	/23	R <sub>6</sub> (168.168.171.214)	Hacia redes G y H
168.168.170.0	/24	R <sub>5</sub> (168.168.171.210)	Hacia redes E y F
168.168.171.208	Máscara	*	Conexión directa
168.168.171.212	Máscara	*	Conexión directa
default	-	R <sub>0</sub> (168.168.171.197)	Hacia Internet y otras subredes

#### ROUTER R<sub>3</sub>

Destino	Máscara	Sig. Salto (interfaz)	
168.168.171.160	/27	*	Hacia red A
168.168.171.128	/27	*	Hacia red B
default	-	R <sub>1</sub> (168.168.171.201)	Hacia Internet y otras subredes

#### ROUTER R<sub>4</sub>

Destino	Máscara	Sig. Salto (interfaz)	
168.168.171.64	/26	*	Hacia red C
168.168.171.0	/26	*	Hacia red D
default	-	R <sub>1</sub> (168.168.171.205)	Hacia Internet y otras subredes

#### ROUTER R<sub>5</sub>

Destino	Máscara	Sig. Salto (interfaz)	
168.168.170.128	/25	*	Hacia red E
168.168.170.0	/25	*	Hacia red F
default	-	R <sub>2</sub> (168.168.171.209)	Hacia Internet y otras subredes

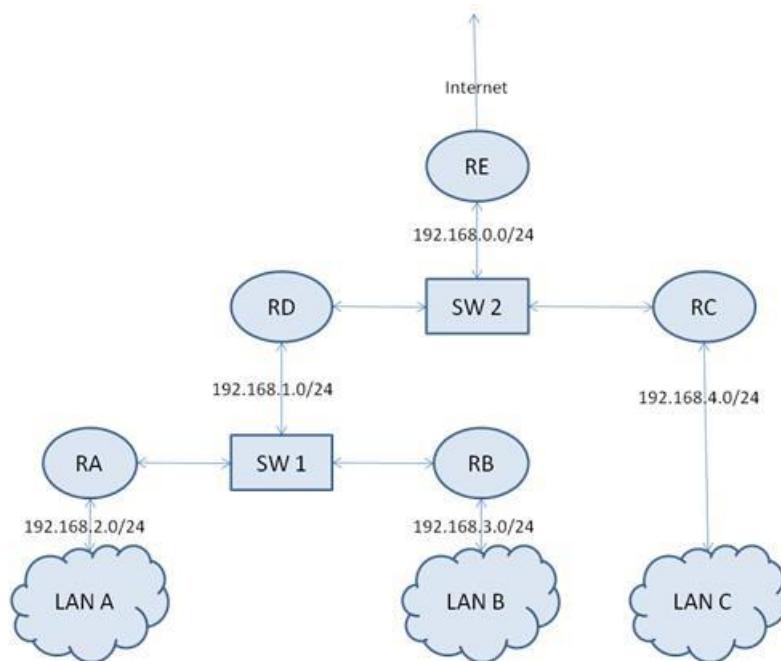
#### ROUTER R<sub>6</sub>

Destino	Máscara	Sig. Salto (interfaz)	
168.168.169.0	/24	*	Hacia red G
168.168.168.0	/24	*	Hacia red H
Default	-	R <sub>2</sub> (168.168.171.213)	Hacia Internet y otras subredes
168.168.212	/30		

conexión directa de red 2

tengo que poner la de red por si quiero mandar algo a difusión (.215)

2. Imagine una situación donde hay cinco routers RA-RE. RA, RB y RC se conectan cada uno a una red local A, B y C, siendo cada router única puerta de enlace de cada red. RA, RB y RD están conectados entre sí a través de un switch. RC, RD y RE están conectados entre sí a través de un switch. RE conecta a Internet a través de la puerta de acceso especificada por el ISP. Especifique tablas de encaminamiento en los routers. Asigne a voluntad las direcciones IP e interfaces necesarias.



En primer lugar, para especificar una solución es necesario asignar direcciones IP en interfaces a los routers de la topología. Para ser un poco sistemáticos, haremos la siguiente asignación.

- Interfaces: Llamaremos Eth0 a la interfaz del enlace que sale de cada router hacia abajo, y Eth1 a la otra.
- Direcciones: En cada subred, cogeremos la dirección de host .1 para el router que se conecta al switch desde arriba, la .2 desde la izquierda y la .3 desde la derecha. Asumiremos que la IP pública del router de acceso es la 80.5.5.0/30.

Con estas asignaciones, las tablas de encaminamiento serán las siguientes. Para construir cada una de ellas, seguimos las recomendaciones de la teoría:

- Primero: añadir las subredes directamente conectadas
- Segundo: añadir la orden por defecto en la dirección con mayor número de IPs.
- Tercero: añadir las redes que faltan.

Donde sea posible, usaremos compresión (agrupamiento) de rutas, de forma que el número de entradas en la tabla de encaminamiento sea mínimo.



Tabla RA:

IP destino	Máscara	Siguiente Nodo	Interfaz
192.168.2.0	255.255.255.0	-	Eth0
192.168.1.0	255.255.255.0	-	Eth1
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.1.1 (RD)	Eth1
192.168.3.0	255.255.255.0	192.168.1.3 (RB)	Eth1

Tabla RB:

IP destino	Máscara	Siguiente Nodo	Interfaz
192.168.3.0	255.255.255.0	-	Eth0
192.168.1.0	255.255.255.0	-	Eth1
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.1.1 (RD)	Eth1
192.168.2.0	255.255.255.0	192.168.1.2 (RA)	Eth1

Tabla RC:

IP destino	Máscara	Siguiente Nodo	Interfaz
192.168.4.0	255.255.255.0	-	Eth0
192.168.0.0	255.255.255.0	-	Eth1
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.0.1 (RE)	Eth1
192.168.0.0	<b>255.255.252.0</b>	192.168.0.2 (RD)	Eth1

Tabla RD:

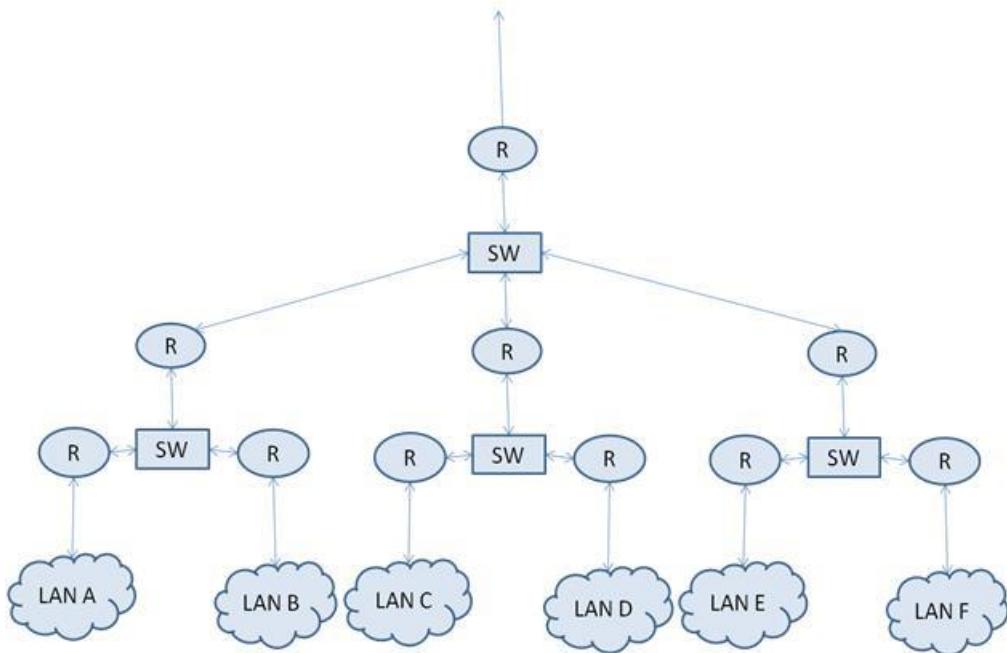
IP destino	Máscara	Siguiente Nodo	
192.168.0.0	255.255.255.0	-	Eth1
192.168.1.0	255.255.255.0	-	Eth0
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.0.1 (RE)	Eth1
192.168.2.0	255.255.255.0	192.168.1.2 (RA)	Eth0
192.168.3.0	255.255.255.0	192.168.1.3 (RB)	Eth0
192.168.4.0	255.255.255.0	192.168.0.3 (RC)	Eth1

Tabla RE:

IP destino	Máscara	Siguiente Nodo	
192.168.0.0	255.255.255.0	-	Eth0
80.5.5.5.0	255.255.255.252	-	Eth1
0.0.0.0	0.0.0.0	80.5.5.5.1	Eth1
192.168.0.0	<b>255.255.252.0</b>	192.168.0.2 (RD)	Eth0
192.168.4.0	255.255.255.0	192.168.0.3 (RC)	Eth0

Donde en las tablas de RC y RE, en negrita, se señala la compresión de las tres rutas bajo el router RD.

3. Asigne las direcciones de subred en la siguiente topología a partir de 192.168.0.0 para minimizar el número de entradas en las tablas de encaminamiento, asumiendo que en las redes LAN puede haber hasta 50 PCs.



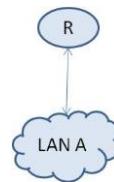
Para solucionar este ejercicio, la minimización de las entradas en las tablas de encaminamiento pasa por un adecuado diseño jerárquico de las direcciones de subred. Aquí se plantea una forma sistemática de resolución, que no es la única posible. Para ello, realizamos cuatro pasos:

- Establecer las máscaras de subred con la información suministrada.
  - Establecer las direcciones de subred.
  - Establecer todas las direcciones de dispositivo necesarias.
  - Obtener las tablas de encaminamiento.
- a) Para establecer las máscaras de subred, recorremos la topología de abajo hacia arriba parándonos en cada nodo de interconexión IP (cada router) para establecer la necesidad de direcciones y a partir de ahí la máscara asociada.
- Empezamos fijándonos en los routers de acceso de cada red LAN. Para cada LAN debajo del router de acceso necesitamos un total de 50 (PCs) + 1 (router) + 2 (subred y broadcast) direcciones IP, en total 53 direcciones. La potencia de 2 igual o inmediatamente superior es 64, que requiere de 6 bits, o lo que es lo mismo una máscara de red de  $32 - 6 = 26$  unos  $\rightarrow /26$ . Estamos asumiendo que 50 PCs es lo máximo que va a tener cada LAN, incluyendo las posibles futuras incorporaciones. En el caso que se hablara de un crecimiento potencial de la red, se podría pensar en mayor cantidad de bits para PCs en la subred.



¿se pueden hacer  
todos así?  
¿por este de esta  
manera?

/26 ➔

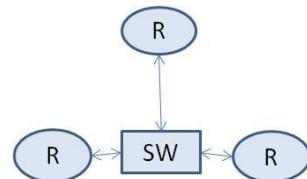


Sirve para redes

"jerárquicas", que  
suelen ser cor-  
porativas. Podemos  
elegir hacerlo como  
la otra forma.

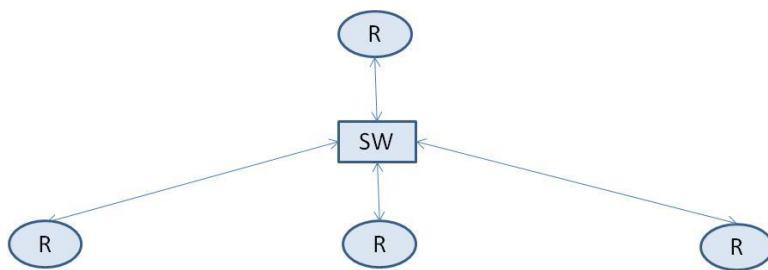
- ii. Seguimos por los routers en segundo nivel de jerarquía, que se interconectan cada uno a otros dos routers con una LAN asociada. En total, cada router deja por debajo tres subredes (dos LAN más la de interconexión), para las que como máximo se necesitan 6 bits de direcciones de acuerdo al punto anterior. La potencia de 2 igual o inmediatamente superior a 3 (subredes) es 4, que requiere de 2 bits más los 6 bits de direccionamiento en cada subred. Por tanto, la máscara de red es de  $32-8=24$  unos ➔ /24.

/24 ➔



- iii. El último nivel de jerarquía es el router de acceso de toda la red. En total, el router **deja por debajo cuatro subredes /24**. La potencia de 2 igual a 4 (subredes) es 4, que requiere de 2 bits más los 8 bits de direccionamiento en cada subred. Por tanto, la máscara de red es de  $32-10=22$  unos ➔ /22.

/22 ➔



- b) La asignación de subredes puede llevarse a cabo de la siguiente forma. Empezamos de arriba hasta abajo<sup>1</sup>.
- Empezamos asignando desde el principio la subred principal:
    - 192.168.0.0/22
  - El siguiente punto es asignar las tres subredes siguientes. Para ello, consideramos que son /24 y que el primer espacio (192.168.0.0/24) servirá para las direcciones de la subred de conexión de i.:
    - 192.168.1.0/24
    - 192.168.2.0/24

\* La 192.168.0.0/24 es la red que nos dejamos arriba

<sup>1</sup> En clase y en la resolución se ha visto una asignación de direcciones posible, empezando desde abajo hasta arriba. Por mostrar otra posibilidad, empezaremos en esta resolución desde arriba hasta abajo.

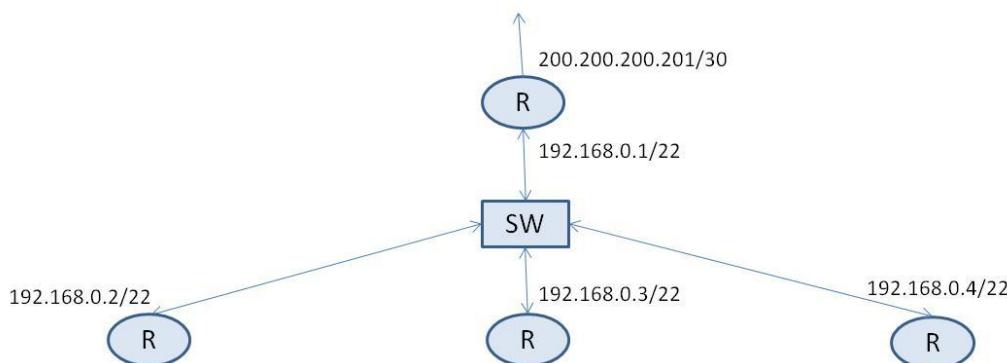
c. 192.168.3.0/24

iii. Para cada una de las tres subredes, hemos de diseñar las subredes /26. De nuevo, volvemos a dejar el primer espacio /26 para las subredes de interconexión del punto anterior.

- a. LAN A: 192.168.1.64/26
  - b. LAN B: 192.168.1.128/26
  - c. LAN C: 192.168.2.64/26
  - d. LAN D: 192.168.2.128/26
  - e. LAN E: 192.168.3.64/26
  - f. LAN F: 192.168.3.128/26
- las primeras 64 se han dejado para el router que une A,B*
- " para R que une C,D*
- " para R que une E,F*

- c) Para evitar extender mucho esta explicación, haremos la asignación de hosts (punto c)) y la tabla de encaminamiento (punto d)) sólo en el router superior, el de acceso a Internet. En primer lugar, necesitamos establecer una subred pública de acceso a Internet, con direcciones públicas. Por ejemplo, la 200.200.200.200/30. Así, el router de acceso puede tener la dirección pública 200.200.200.201 y el del lado del ISP la 200.200.200.202. = Router Gateway (dirección cualquiera de esa red)

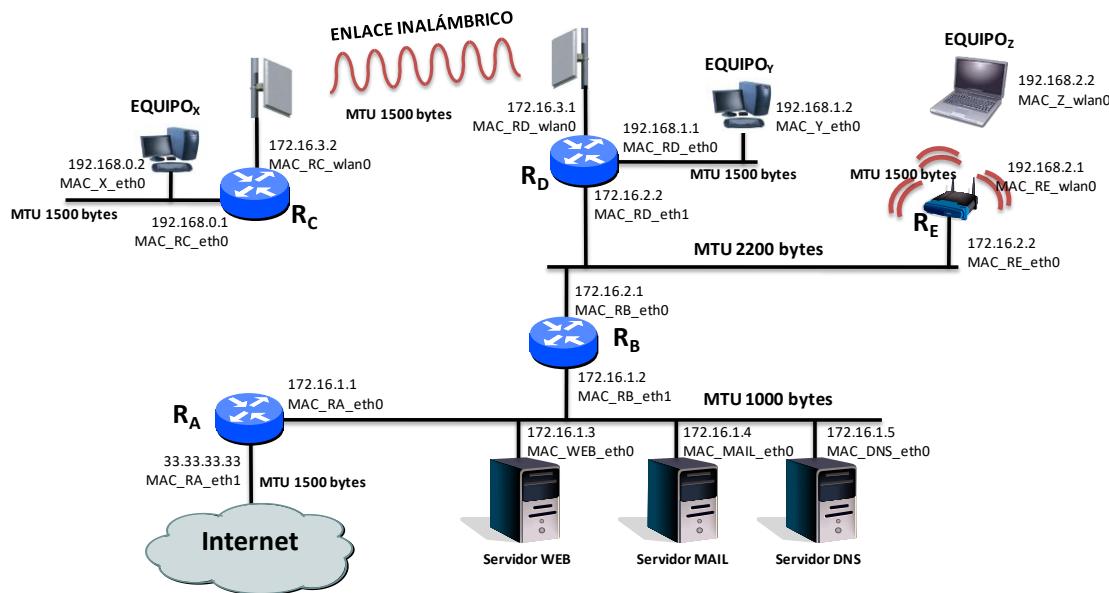
Por otro lado, en el apartado b.i y b.ii hemos decidido que la subred ocuparía la primera porción de 192.168.0.0/22, por tanto una posible asignación nos queda:



- d) Con esta asignación, la tabla de encaminamiento en el router de acceso queda como sigue. Primero añadimos las redes directamente conectadas (2), luego la opción por defecto, hacia Internet, y finalmente todo lo que nos quede (3 subredes más) Por simplicidad, no se han añadido interfaces de red, ya que además el enunciado no lo pedía, y se ha utilizado la nomenclatura /n para las máscaras:

IP destino	Máscara	Siguiente Nodo
200.200.200.200	/30	-
192.168.0.0	/22	-
0.0.0.0	/0	200.200.200.202
192.168.1.0	/24	192.168.0.2
192.168.2.0	/24	192.168.0.3
192.168.3.0	/24	192.168.0.4

4. Una red tiene la topología y configuración (direcciones físicas e IP, MTU de cada red) mostrada en la figura.



Las tablas de encaminamiento de los componentes de esta red son las siguientes:

**TABLA DE ENRUTAMIENTO DEL EQUIPO X**

Red destino	Máscara	Sig. salto	Interfaz
172.16.3.2	/24	*	eth0
default	0.0.0.0	192.168.0.1	eth0

**TABLA DE ENRUTAMIENTO DEL EQUIPO Y**

Red destino	Máscara	Sig. salto	Interfaz
192.168.1.0	/24	*	eth0
default	0.0.0.0	192.168.1.1	eth0

**TABLA DE ENRUTAMIENTO DEL EQUIPO Z**

Red destino	Máscara	Sig. salto	Interfaz
192.168.2.0	/24	*	eth0
default	0.0.0.0	192.168.2.1	eth0

**TABLA DE ENRUTAMIENTO DE LOS SERVIDORES WEB, MAIL Y DNS**

Red destino	Máscara	Sig. salto	Interfaz
192.168.0.0	/22	172.16.1.2	wlan0
default	0.0.0.0	172.16.1.1	wlan0

**TABLA DE ENRUTAMIENTO DEL ROUTER R<sub>A</sub>**

Red destino	Máscara	Sig. salto	Interfaz
172.16.1.0	/24	*	eth0
192.168.0.0	/22	172.16.1.2	eth0
default	0.0.0.0	IP_GW_operador	eth1

**TABLA DE ENRUTAMIENTO DEL ROUTER R<sub>B</sub>**

Red destino	Máscara	Sig. salto	Interfaz
172.16.1.0	/24	*	eth1
172.16.2.0	/24	*	eth0
192.168.0.0	/23	172.16.2.2	eth0
default	0.0.0.0	172.16.2.1	eth1

**TABLA DE ENRUTAMIENTO DEL ROUTER R<sub>C</sub>**

Red destino	Máscara	Sig. salto	Interfaz
192.168.0.0	/24	*	eth0
default	0.0.0.0	172.16.3.1	wlan0

**TABLA DE ENRUTAMIENTO DEL ROUTER R<sub>D</sub>**

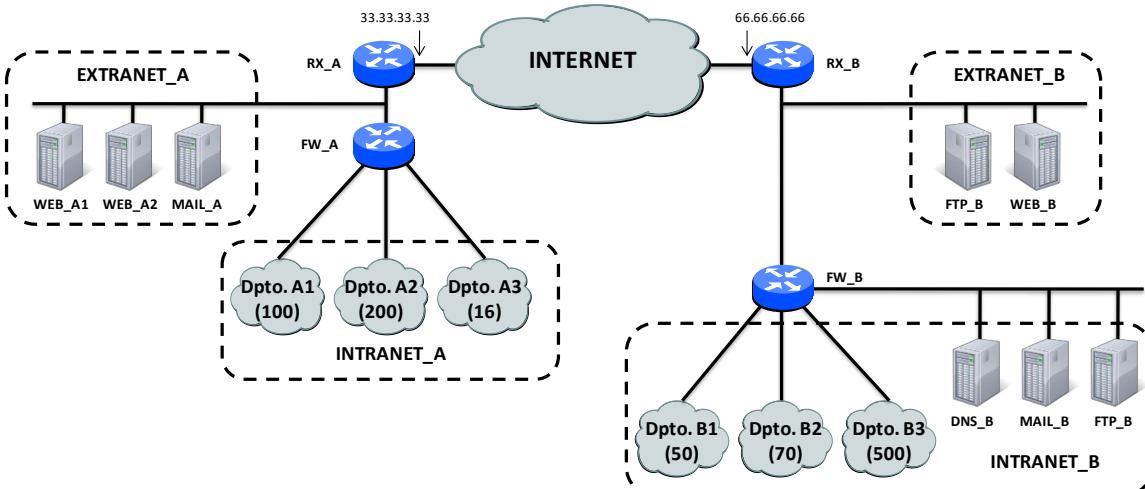
Red destino	Máscara	Sig. salto	Interfaz
192.168.1.0	/24	*	eth0
default	0.0.0.0	172.16.2.1	eth1

**TABLA DE ENRUTAMIENTO DEL ROUTER R<sub>E</sub>**

Red destino	Máscara	Sig. salto	Interfaz
192.168.2.0	/24	*	wlan0
default	0.0.0.0	172.16.2.1	eth0

- a) ¿Sería posible realizar un ping entre el equipo X y el equipo Y? ¿Y la conexión del equipo Y a Internet? Justifique las respuestas.
- b) ¿Qué problemas ha detectado en las tablas de encaminamiento? ¿Cómo los solucionaría?

5. La figura siguiente presenta la topología de dos empresas (A y B) conectadas a Internet. Entre paréntesis se ha incluido el número de *hosts* que tiene cada departamento. Los equipos de la empresa A utilizan un servidor de nombres con dirección IP 5.5.5.5, mientras que los equipos de la empresa B utilizan el servidor de nombres ubicado en su intranet. Los proveedores de servicio de dichas empresas les han asignado las direcciones 33.33.100.64/29 y 66.66.100.128/29 respectivamente.



- a) Realice la asignación de todas las direcciones IP de estas redes.
  - b) Un equipo X del departamento A2 pretende acceder al servidor de correo MAIL\_B ubicado en la empresa B, ¿sería posible? Detalle su respuesta.
  - c) ¿Sería posible añadir un segundo servidor FTP en la red de FTP\_B? Detalle su respuesta.
6. Suponga que administra una intranet en un hotel de 4 plantas. Por cada planta dispone de un router inalámbrico –red de infraestructura- con un servidor de DHCP. Cada planta tiene 33 habitaciones. Se disponen de 2 routers adicionales, uno de ellos conectado a los routers inalámbricos de las plantas 1 y 2, y el otro conectado a los routers de las plantas 3 y 4. Finalmente considere que dispone de un router de acceso a Internet. Suponga que se ha contratado un rango de direcciones públicas 199.199.199.128/25
  - a) Proponga un esquema de asignación de direcciones tal que el router de acceso tenga una tabla de encaminamiento con sólo 3 entradas.
  - b) Si se exige que los hosts tengan una IP pública ¿cómo lo haría?
7. Los *routers* de la figura adjunta tienen definidas las rutas a las redes que tienen conectadas directamente. El administrador de la red decide utilizar en dichos routers el protocolo RIP (en los interfaces hacia otros routers) y activa dicho servicio siguiendo la secuencia temporal indicada a la derecha de la figura (en segundos).
  - a) Explique el funcionamiento del protocolo de encaminamiento dinámico RIP, describiendo los mensajes intercambiados entre los routers (indique origen/destino del mensaje, redes conocidas por el receptor tras recibir el mensaje, coste para alcanzar cada red y cuál es el primer router en la ruta hacia dicha red) hasta que las rutas se mantienen estables.
 Suponga que sólo se utilizan actualizaciones periódicas, y que el primer mensaje periódico enviado por cada router se envía a los 30 segundos de haber arrancado el servicio RIP. Incluya en la descripción sólo la accesibilidad a las redes A, B, C, D, E y F.

**Notación aconsejada:**  $X \rightarrow Y: J(c_J / X), K(c_K / X), L(c_L / Z), \dots$

**Significado:** el *router* X le manda un mensaje al *router* Y, y tras procesarlo, el *router* Y conoce cómo acceder a la red J con un coste  $c_J$  a través del *router* X, a la red K

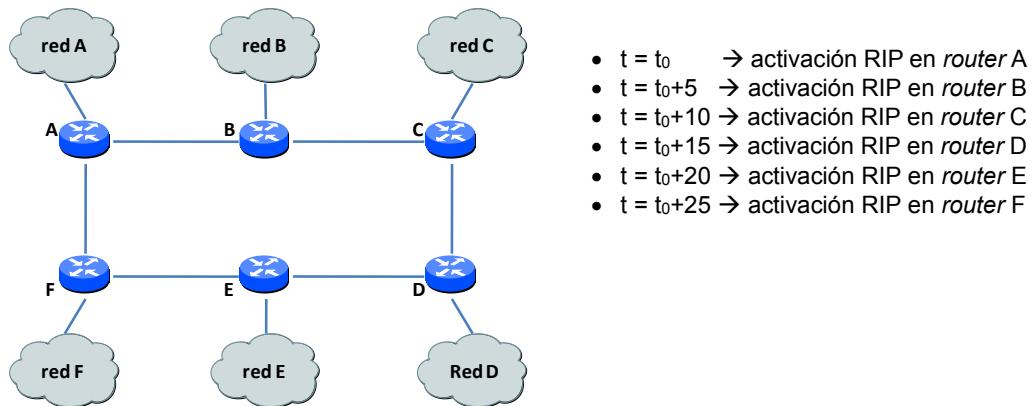
con un coste  $c_K$  a través del *router X*, a la red L con un coste  $c_L$  a través del *router Z*, ...

**Ejemplo** (ficticio):  $B \rightarrow C: A(2 / B), B(1 / B), C(0 / C)$

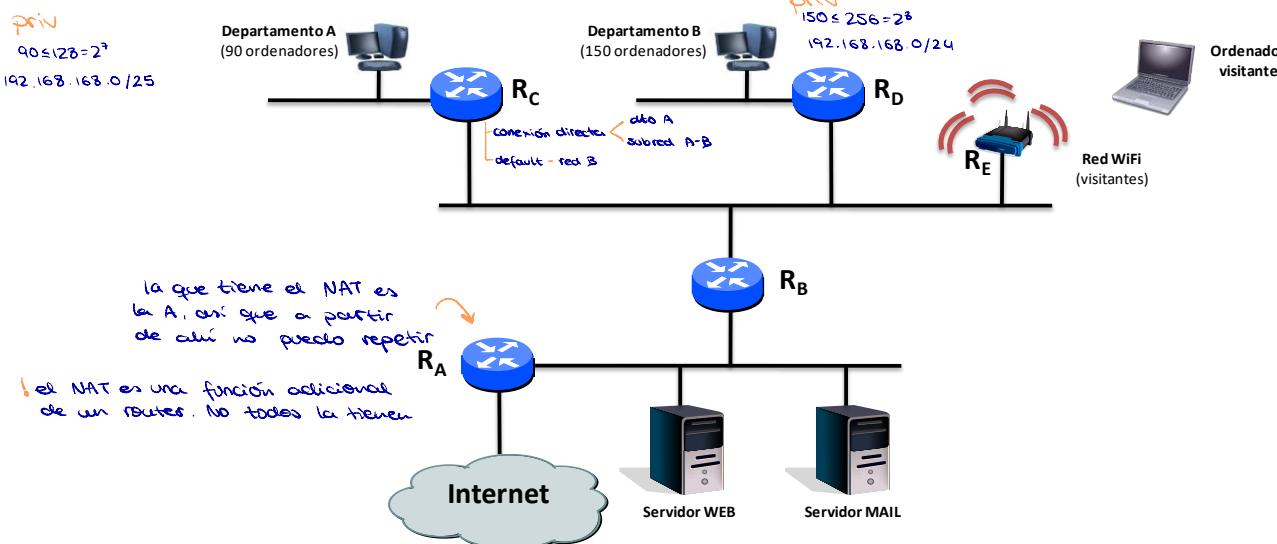
**Significado:** el *router B* envía un mensaje al *router C*, y tras procesarlo, el *router C* sabe cómo acceder a la red A con un coste 2 a través del *router B*, a la red B con un coste 1 a través del *router B*, y a la red C con un coste 0 a través del *router C* (o sea, directamente).

Se aconseja hacer un resumen de las redes accesibles desde cada *router* (indicando para cada red su coste asociado y el primer *router* en la ruta hacia dicha red, siguiendo la notación comentada) tras cada período.

- b) Calcule el tiempo que pasa hasta que la situación de toda la red se ha estabilizado (desde el instante  $t_0$ ).

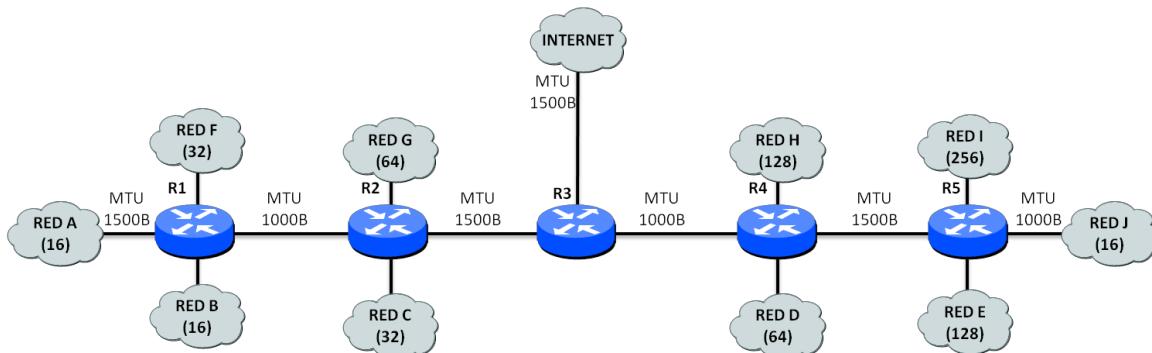


8. Dada la siguiente topología, que representa la red de una empresa, responda razonadamente las siguientes preguntas:
- Asigne direcciones IP a los diferentes equipos y redes, minimizando el número de entradas en las tablas de encaminamiento. El ISP sólo nos proporciona la dirección IP pública 33.33.33.33. Ajustar en lo posible las asignaciones al número de ordenadores.
  - Indique el funcionamiento y configuración de los servicios necesarios en los diferentes elementos para que todo funcione correctamente con los siguientes requisitos:
    - Los ordenadores de visitantes a la empresa se autoconfiguren al conectarse a la red WiFi y tengan acceso a internet.
    - Los usuarios de los departamentos han de poder acceder a cualquier URL sin necesidad de conocer explícitamente su dirección IP.
    - Los equipos de la intranet deben tener acceso a todos los destinos a pesar de que las tablas de encaminamiento iniciales en los routers sólo incluyan entradas a las redes directamente conectadas.



9. ¿Cuál es la finalidad del campo de tiempo de vida en un datagrama IP?. ¿Cómo afecta a otros campos de la cabecera? Y a otros tipos de mensajes?

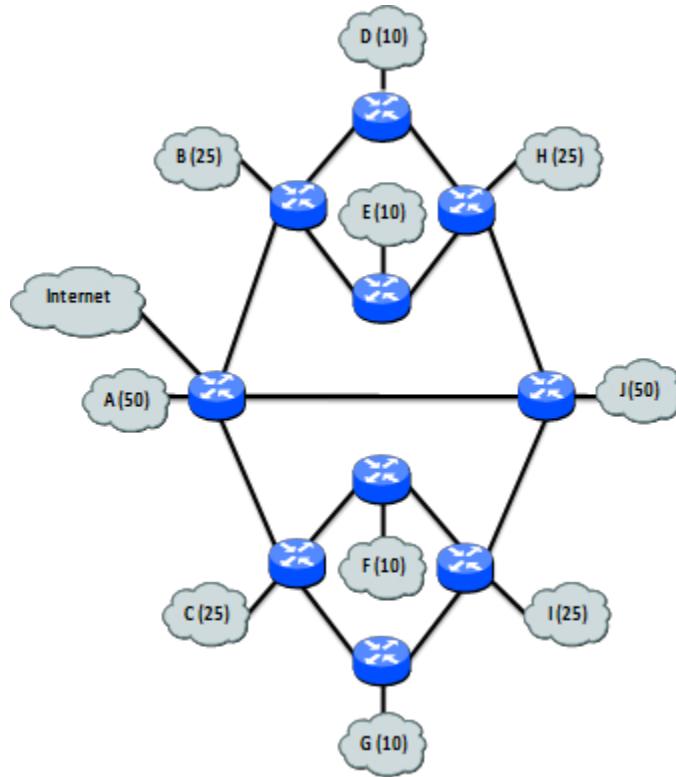
10. La red de una empresa presenta la siguiente topología:



El número de PCs conectados a estas redes está indicado entre paréntesis en el dibujo. La empresa tiene contratada con el ISP el rango de direcciones 32.32.32.0/22. Además, el router que da acceso a Internet (R3) tiene asignada la dirección 11.11.11.11/24.

- Asigne las direcciones IP contratadas y máscaras a cada una de las redes presentes, a los PCs y a las interfaces de los routers tal que se minimicen las tablas de encaminamiento. ¿Es suficiente el rango de direcciones IP contratado? En caso contrario, indique por qué.
- Escriba las tablas de encaminamiento de los routers R1 a R5, de manera que todos los equipos queden interconectados y puedan comunicarse hacia Internet.
- Suponga que un equipo en la red A quiere mandar un ping a un equipo de la red J, enviando 1480 bytes en la petición (sin incluir la cabecera de nivel IP). Suponga que la respuesta tiene el mismo tamaño. Explique cómo funciona el comando ping (protocolos, mensajes, etcétera). Indique los **paquetes** IP que se envían por la red, desde que se generan por el emisor hasta que se reciben por el receptor, indicando el tamaño tanto de la cabecera IP como de los datos IP.

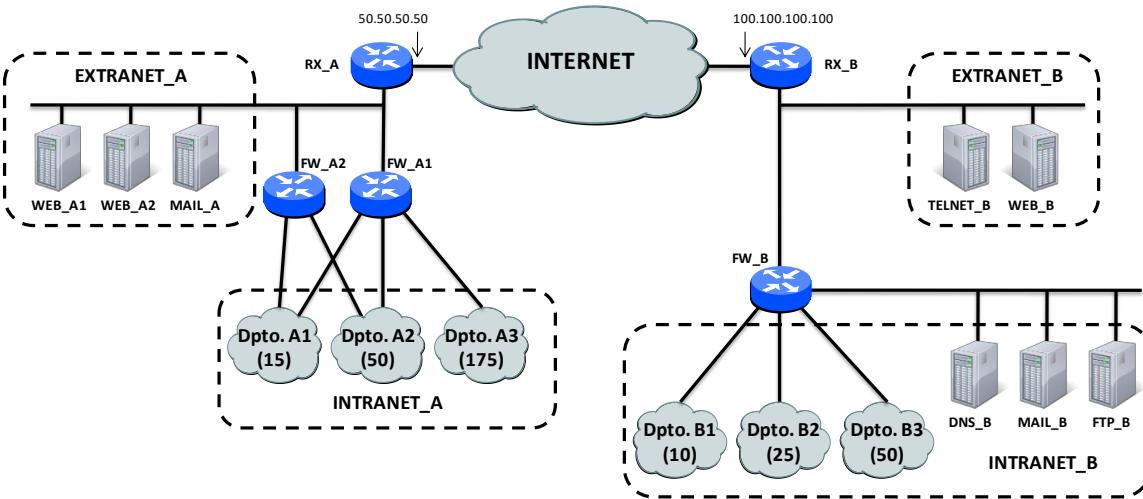
11. La siguiente figura muestra una red ficticia conectada a Internet. Se indica el número de ordenadores conectados a cada una de las subredes entre paréntesis.



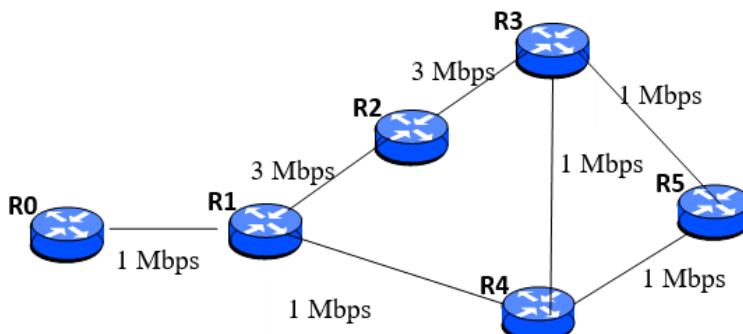
- a) Si se dispone únicamente del rango 10.10.10.0/24, ¿podría asignar todas las direcciones IP necesarias? En caso afirmativo, exponga dicha asignación de direcciones. En caso negativo, utilice además el rango de direcciones IP, consecutivas al rango anterior, que considere necesario.
- b) Con la asignación de direcciones anterior, suponga que:
- La subred A es una red inalámbrica.
  - Los usuarios que llegan a dicha red deben configurarse de forma automática.
  - Existe un servidor de nombres en la subred D (elija su dirección IP).
  - Los usuarios de esta red utilizan como servidor de correo una máquina en la red J (elija su dirección IP).

12. La figura siguiente incluye las topologías de red de dos empresas (A y B) conectadas a Internet. Entre paréntesis se incluye el número de hosts de cada departamento. Los equipos de la empresa A utilizan un servidor de nombres con dirección 15.15.15.15, mientras que los equipos de la empresa B utilizan el servidor de nombres ubicado en su intranet. No se dispone de direcciones IP públicas adicionales.

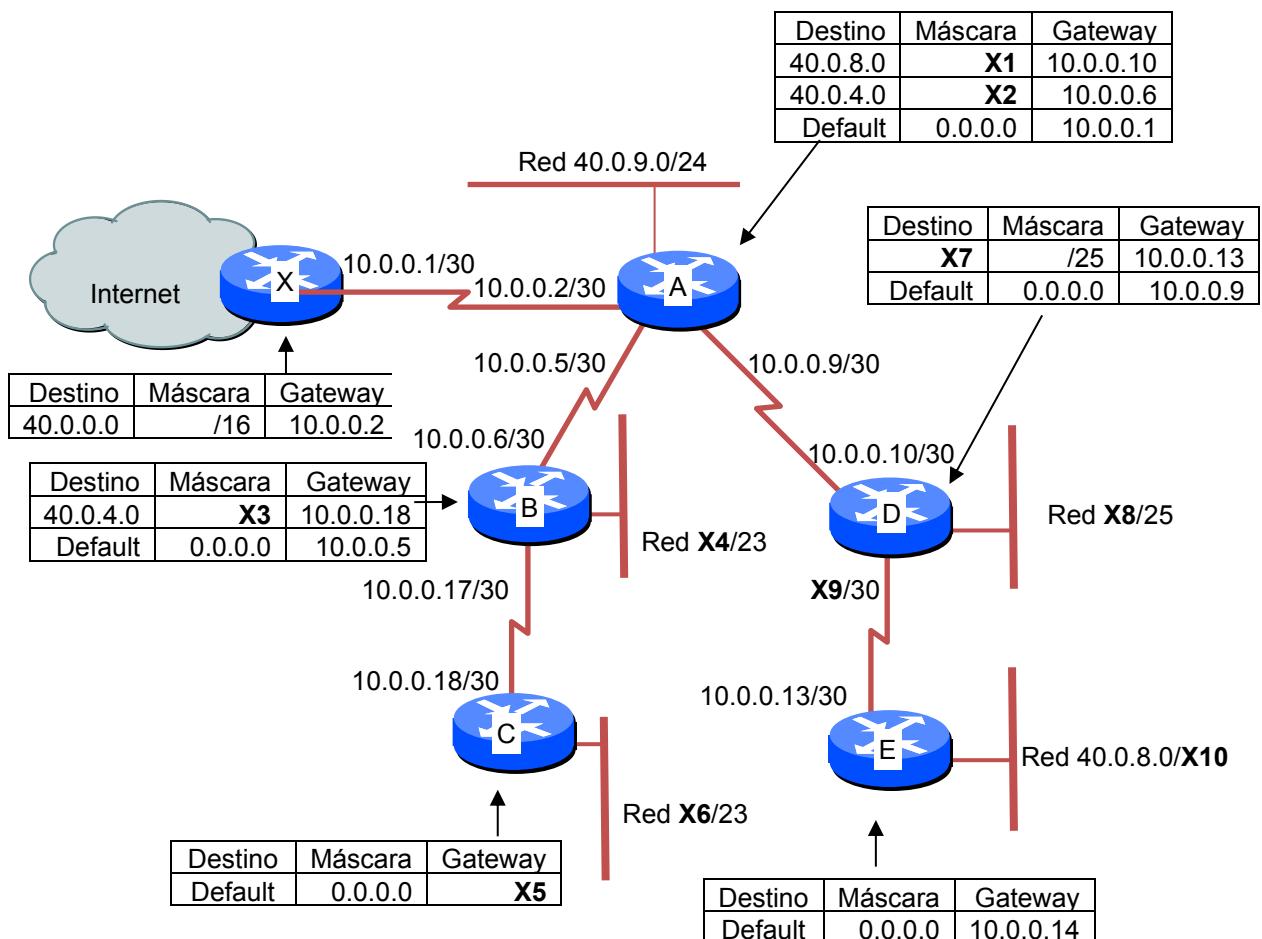
NOTA: Los equipos de los departamentos A1 y A2 disponen de dos tarjetas de red.



- a) Realice la asignación de todas las direcciones IP de estas redes, de forma que se minimicen las tablas de encaminamiento. Indique las direcciones de subred y de difusión, así como las máscaras (lo más restrictivas posibles).
  - b) Muestre las tablas de encaminamiento de los routers *RX\_A*, *FW\_A1*, *FW\_A2*, *RX\_B* y *FW\_B*.
  - c) Ahora se desea que la mitad de los equipos del departamento A2 utilicen el router *FW\_A1* para acceder a la extranet de la empresa, y la otra mitad que utilice el router *FW\_A2*. ¿Cómo lo haría?
13. En la topología de la figura, ¿cuál sería la ruta desde R0 a R5 con RIP? ¿y con OSPF? Justifique la respuesta.

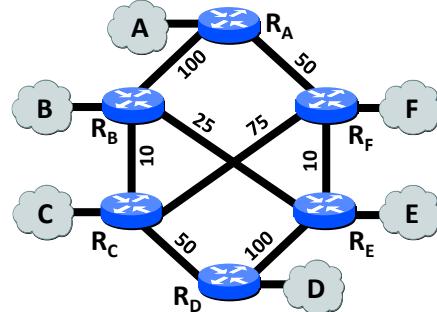


14. En la red de la siguiente figura se muestra la configuración incompleta de una red:



- Complete los datos marcados en la figura como X1 a X10. Justifique las respuestas.
- Los routers A, B, C, D, E, X ¿Necesitarán más entradas en sus tablas de encaminamiento? En caso afirmativo indíquelas.
- Suponga que instala un servidor de HTTP con dirección 40.0.9.1. ¿Es necesario instalar un NAT? En caso afirmativo indique dónde y cómo sería su tabla de asignación de puertos.
- Suponga que ejecuta ping 40.0.9.1 desde una máquina en 40.0.8.1. Indique las IPs origen y destino, y el contenido de los paquetes generados.

15. La siguiente topología muestra las conexiones entre diferentes redes. Los números en cada enlace indican su ancho de banda en Mbps.



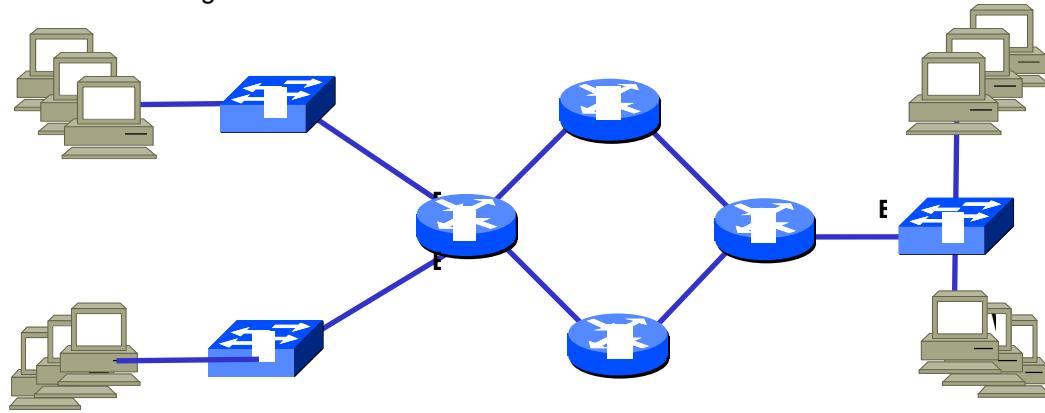
- a) Indique resumidamente cómo se calcula el coste de una ruta si los routers utilizan los protocolos de encaminamiento 1) RIP y 2) OSPF.  
 b) Rutas en RB usando RIP

c) Rutas en RB usando OSPF

DESTINO	SIGUIENTE SALTO	COSTE DE LA RUTA
red A		
red B		
red C		
red D		
red E		
red F		

DESTINO	SIGUIENTE SALTO	COSTE DE LA RUTA
red A		
red B		
red C		
red D		
red E		
red F		

16. En la red de la figura



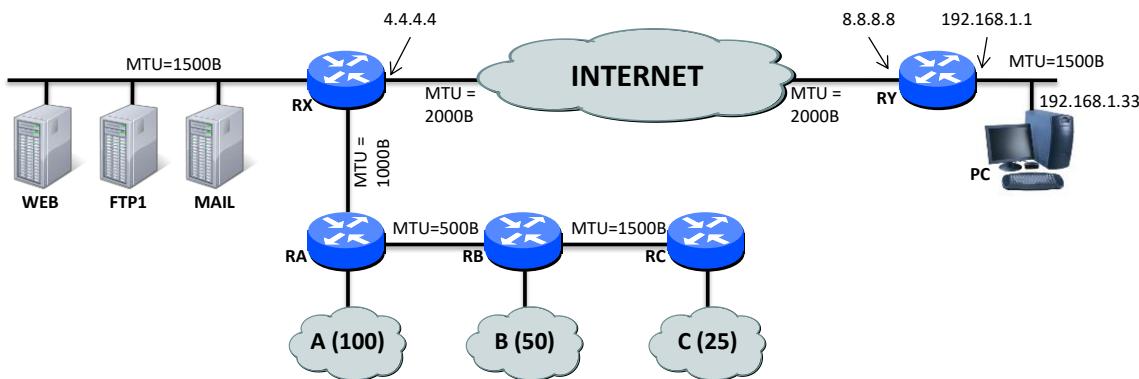
se dispone de cuatro grupos de hosts, identificados con las letras X, Y, Z y W. Cada grupo está formado por 100 ordenadores.

- a) Establezca un plan de asignación de direcciones para cada grupo de hosts utilizando el rango 20.2.2.0/23.  
 b) Indique las tablas de encaminamiento para los routers que aparecen en el dibujo utilizando rutas estáticas.

Requisitos:

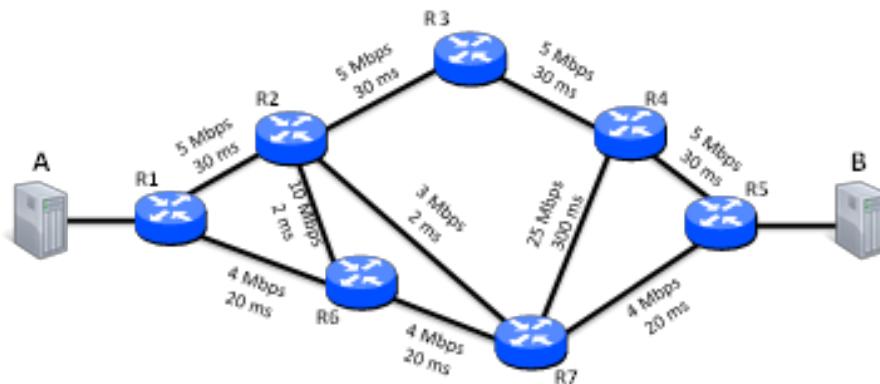
- Minimizar las tablas de encaminamiento resultantes
- Si no tiene bastante con las direcciones públicas disponibles utilice direcciones privadas, en cualquier caso los hosts deberán tener direcciones públicas.
- Se debe repartir el tráfico lo mejor posible entre todos los enlaces, utilizando en cada caso la ruta con el de menor número de saltos. Se supone que todos los hosts generan un volumen de tráfico similar y que dicho tráfico se dirige de forma equilibrada a los cuatro grupos de hosts.

17. La siguiente figura muestra la topología de red de una empresa conectada a Internet (parte izquierda), así como la red de un trabajador que se conecta desde casa (parte derecha). El ISP contratado por la empresa le asigna el rango 150.150.150.0/24.

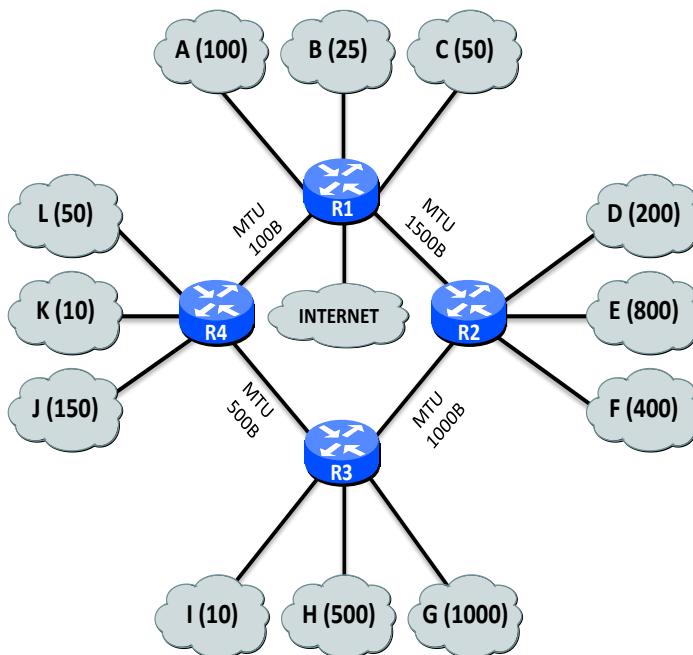


- Asigne direcciones IP a todos los equipos de la empresa (incluyendo los routers) de forma que todas sean públicas.
- En la red C hay un servidor de FTP. El equipo PC (en casa del trabajador) quiere descargarse un fichero de este servidor, del cual sólo conoce su nombre de dominio.
  - ¿Habrá algún problema al tener otro servidor de FTP en la red de la empresa (FTP1)? Razone su respuesta.
  - Suponiendo que no hay ningún problema (e.g. imagine que FTP1 no existe), indique las tramas necesarias para la descarga de dicho fichero. Para estas tramas, incluya: direcciones físicas de origen y destino (utilice etiquetas); direcciones IP origen y destino; puerto origen y destino; protocolo; tipo de mensaje. Suponga que el fichero a transmitir tiene 1460 bytes y que el equipo PC se acaba de encender por lo que no ha tenido ninguna actividad de red previa.

18. Sobre el protocolo de encaminamiento interior OSPF:
- Describa sus principales diferencias con el protocolo RIP.
  - Si los *routers* de la siguiente red utilizan OSPF, ¿cuál sería la ruta que seguiría un paquete para ir desde el equipo A hasta el equipo B? Explique detalladamente cómo la ha calculado.



19. La siguiente figura muestra la topología de una red. La única dirección IP pública presente (33.33.33.33) es la del router R1 en su interfaz hacia internet. Todos los equipos tienen configurados un servidor DNS con dirección 33.33.33.34. Además, las redes A...L tienen una MTU de 1500 bytes.



a) Realice la asignación de direcciones IP utilizando las máscaras más restrictivas posibles.

b) Indique las tablas de encaminamiento de los routers de forma que todas las redes queden interconectadas y puedan acceder a Internet.

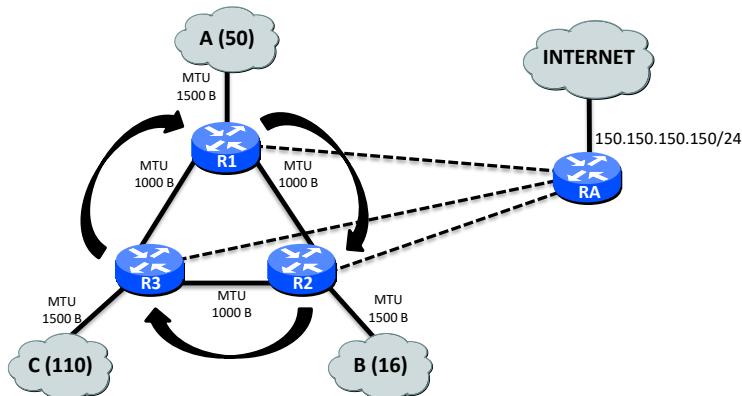
d) Si fuese el administrador, ¿cómo simplificaría la gestión para que introducir equipos nuevos o redes nuevas se realice de la forma más sencilla posible? Razone y justifique su respuesta.

20. Una empresa tiene cinco departamentos, cada uno con una subred con direcciones privadas. Los rangos que elige el administrador de red son los siguientes:

- Departamento 1: 192.168.0.0/25
- Departamento 2: 192.168.0.128/27
- Departamento 3: 192.168.0.160/26
- Departamento 4: 192.169.0.0/25
- Departamento 5: 192.169.0.128/25

Explique detalladamente dos posibles problemas que tenga esta asignación.

21. La siguiente figura muestra la topología de red de una empresa, que tiene contratado con su ISP el rango de direcciones 15.16.17.0/24. El número de ordenadores conectados a las redes A, B y C están indicados en la figura entre paréntesis.

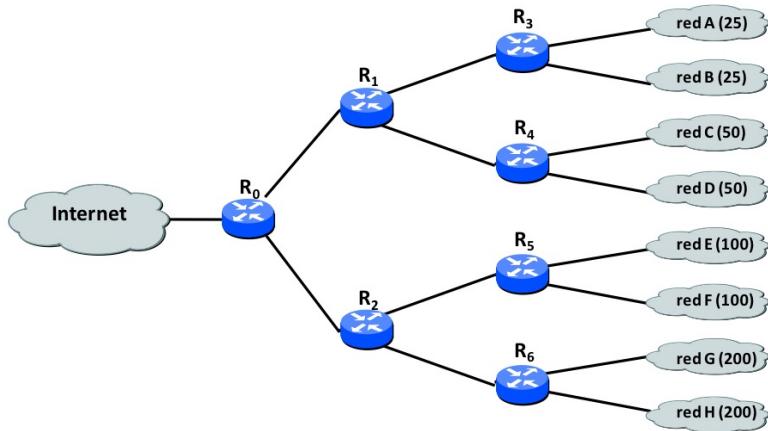


- a) Realice la asignación de direcciones IP tanto de equipos como de routers (incluyendo las redes entre los routers), utilizando direcciones públicas siempre que sea posible.
  - b) Indique las tablas de encaminamiento de todos los routers de forma que, para el tráfico entre las redes A, B y C, se encamine de acuerdo a las

flechas en la figura). Debe haber conectividad completa entre estas redes y hacia Internet.

\* Desde P3, si quiero  $A \rightarrow R_1$   
si quiero  $B \rightarrow R_1$  también

- Se dispone de una red con la siguiente topología. Cada una de las redes finales (redes A...H) está compuesta por el número de hosts indicado entre paréntesis. Además, se ha contratado el rango de direcciones públicas 168.168.168.0/22.
- Proponga un **esquema de asignación de direcciones** (de todos los equipos) que cumpla los siguientes requisitos:
  - Todos los hosts han de tener asignadas direcciones públicas.
  - La asignación de direcciones ha de minimizar el tamaño de las tablas de encaminamiento.
- Muestre las **tablas de encaminamiento** de todos los routers, suponiendo que se utiliza el esquema de asignación de direcciones del apartado anterior.



a) Hay que empezar por las redes más grandes

Red H:

$$200 \text{ eq} + 1 \text{ router} + 1 \text{ red} + 1 \text{ difusión} = 203 \text{ dir} \leq 264 = 2^8$$

$$32 - 8 \text{ bits de equipo} = 24 \rightarrow \text{máscara}$$

red: 168.168.168.0 /24

dif: 168.168.168.255

R6: 168.168.168.1

Equipos: 168.168.168.(2-254)

Red G: Idem que H

red: 168.168.169.0 /24

dif: 168.168.169.255

R6: 168.168.169.1

Equipos: 168.168.169.(2-254)

Red F:

$$100 \text{ eq} + 1 \text{ router} + 1 \text{ red} + 1 \text{ dif} = 103 \text{ dir} \leq 128 = 2^7$$

$$32 - 7 \text{ bits equipo} = 25 \rightarrow \text{máscara}$$

red: 168.168.170.0 /25

dif: 168.168.170.127

R5: 168.168.170.1

Equipos: 168.168.170.(2-126)

### Red E: Idem que F

red: 168.168.170.128/25  
dif: 168.168.170.255

R5: 168.168.170.129  
Equipos: 168.168.170.(130-254)

### Red D:

50 eq + 1 router + 1 red + 1 dif = 53 dir  $\leq 64 = 2^6$   
32-6 bits equipo = 26  $\rightarrow$  máscara

red: 168.168.171.0/26  
dif: 168.168.171.63

R4: 168.168.171.1  
Equipos: 168.168.171.(2-62)

### Red C: Idem que D

red: 168.168.171.64/26  
dif: 168.168.171.127

R4: 168.168.171.65  
Equipos: 168.168.171.(66-126)

### Red B:

25 eq + 1 router + 1 red + 1 dif = 28 dir  $\leq 32 = 2^5$   
32-5 bits de equipo = 27  $\rightarrow$  máscara

red: 168.168.171.128/27  
dif: 168.168.171.159

R3: 168.168.171.129  
Equipos: 168.168.171.(130-158)

### Red A: Idem que B

red: 168.168.171.160/27  
dif: 168.168.171.191

R3: 168.168.171.161  
Equipos: 168.168.171.(162-190)

### Red 2-6

2 routers + 1 red + 1 dif = 4  $\leq 4 = 2^2 \rightarrow$  32-2 = 30  $\rightarrow$  máscara

red: 168.168.171.192/30  
dif: 168.168.171.195

R2: 168.168.171.193  
R6: 168.168.171.194

### Red 2-5 Idem

red: 168.168.171.196/30  
dif: 168.168.171.199

R2: 168.168.171.197  
R5: 168.168.171.198

### Red 1-4 Ídem

red: 168.168.171.200/30  
dif: 168.168.171.203

R1: 168.168.171.201  
R4: 168.168.171.202

### Red 1-3 Ídem

red: 168.168.171.204/30  
dif: 168.168.171.207

R1: 168.168.171.205  
R3: 168.168.171.206

### Red 0-2 Ídem

red: 168.168.171.208/30  
dif: 168.168.171.211

R0: 168.168.171.209  
R2: 168.168.171.210

### Red 0-1 Ídem

red: 168.168.171.212/30  
dif: 168.168.171.215

R0: 168.168.171.213  
R1: 168.168.171.214

### Agrupamientos

Red H+G → 168.168.168.0/23

Red E+F → 168.168.170.0/24

Red D+C → 168.168.171.0/25

Red B+A → 168.168.171.128/26

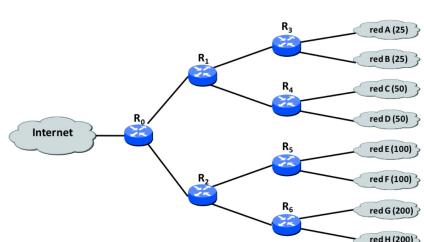
También podemos agrupar esto (cuando se solape)

Red A+B+C+D

168.168.171.0/24

Hay direcciones de +?

Sí, pero se escoge la ruta con la más corta más restrictiva, luego no hay prob.



## b) Tablas encaminamiento

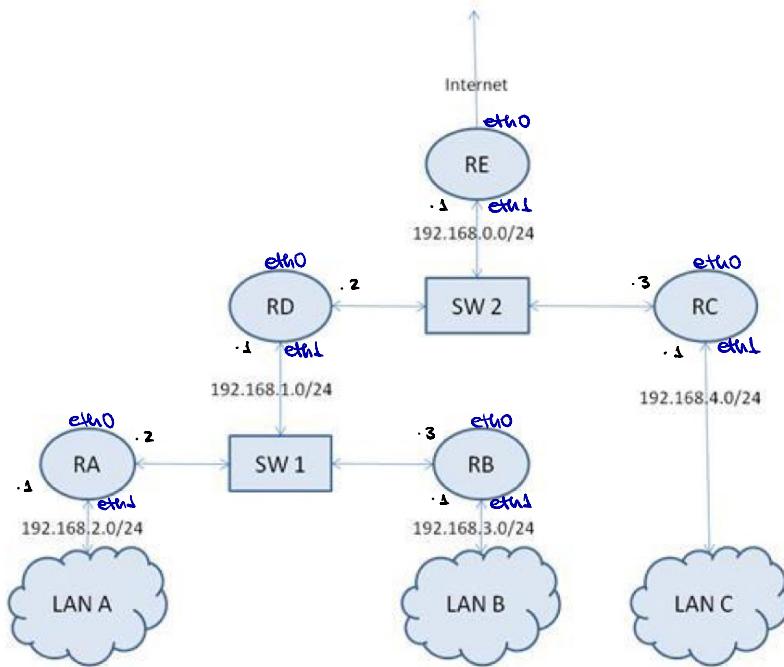
R6	Dest	Máscara	Salto	
	168.168.168.0	/24	*	G
	168.168.169.0	/24	*	H
	168.168.171.212	/30	*	2-6
	default	-	168.168.171.213	

R0	Dest	Máscara	Salto	
	168.168.168.0	/23	168.168.171.210	H+G
	168.168.170.0	/24	168.168.171.210	E+F
	168.168.171.0	/24	168.168.171.214	A+B+C+D
	168.168.171.192	/30	*	0-1
	168.168.171.196	/30	*	0-2
	default	-	IP Gateway ISP	Internet

El resto de tablas las dejo sin hacer (mirar ejercicio resuelto al ppio del documento).

¿Interfaz necesaria? En general no

2. Imagine una situación donde hay cinco routers RA-RE. RA, RB y RC se conectan cada uno a una red local A, B y C, siendo cada router única puerta de enlace de cada red. RA, RB y RD están conectados entre sí a través de un switch. RC, RD y RE están conectados entre sí a través de un switch. RE conecta a Internet a través de la puerta de acceso especificada por el ISP. Especifique tablas de encaminamiento en los routers. Asigne a voluntad las direcciones IP e interfaces necesarias.



### Tablas de encaminamiento

RA	Destino	Máscara	Salto	Interfaz
	192.168.2.0	124	*	eth1
	192.168.1.0	124	*	eth0
	192.168.3.0	124	192.168.1.3	eth0
	default	-	192.168.1.1	eth0

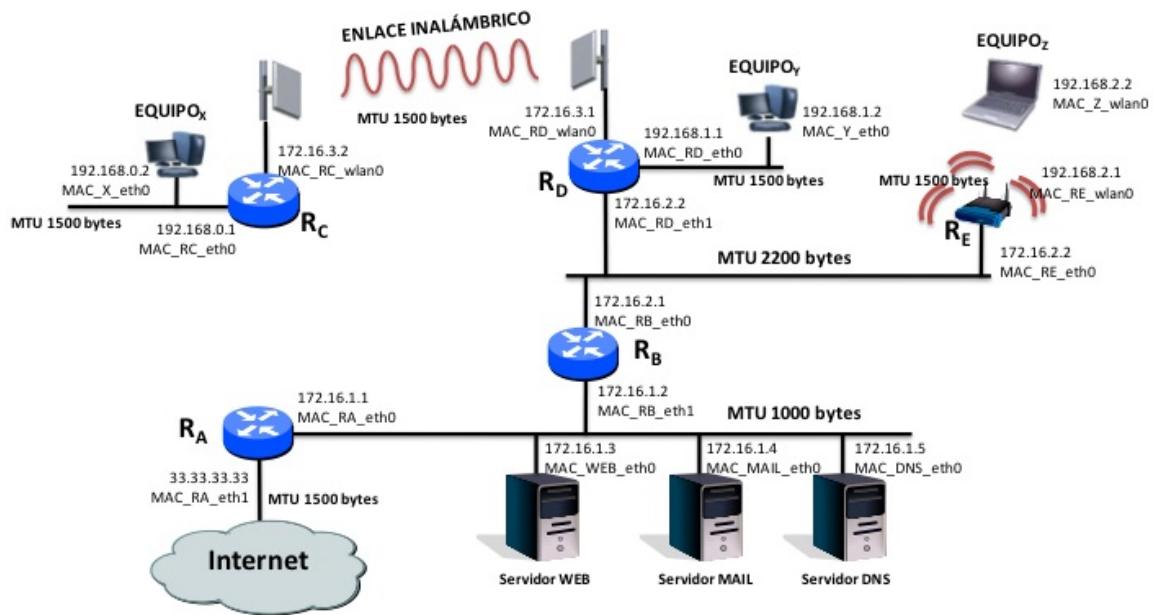
RB	Destino	Máscara	Salto	Interfaz
	192.168.3.0	124	*	eth1
	192.168.1.0	124	*	eth0
	192.168.2.0	124	192.168.1.2	eth0
	default	-	192.168.1.1	eth0

RC	Destino	Máscara	Salto	Interfaz
	192.168.4.0	124	*	eth1
	192.168.0.0	124	la avaya	eth0
	192.168.0.0	122	para fuera	eth0
	default	-	192.168.0.1	eth0

RD	Destino	Máscara	Salto	Interfaz
	192.168.0.0	/24	*	eth0
	192.168.1.0	/24	*	eth1
	192.168.2.0	/24	192.168.1.2	eth1
	192.168.3.0	/24	192.168.1.3	eth1
	192.168.4.0	/24	192.168.0.3	eth0
	default	-	192.168.0.1	eth0

RE	Destino	Máscara	Salto	Interfaz
	192.168.0.0	/24	*	eth1
	192.168.0.0	/22	192.168.0.2	eth1
	192.168.4.0	/24	192.168.0.3	eth1
	default	-	IP Gateway ISP	Internet

4. Una red tiene la topología y configuración (direcciones físicas e IP, MTU de cada red) mostrada en la figura.



Las tablas de encaminamiento de los componentes de esta red son las siguientes:

TABLA DE ENRUTAMIENTO DEL EQUIPO X			
Red destino	Máscara	Sig. salto	Interfaz
172.16.3.2	/24	*	eth0
default	0.0.0.0	192.168.0.1	eth0

TABLA DE ENRUTAMIENTO DEL EQUIPO Y			
Red destino	Máscara	Sig. salto	Interfaz
192.168.1.0	/24	*	eth0
default	0.0.0.0	192.168.11	eth0

TABLA DE ENRUTAMIENTO DEL EQUIPO Z			
Red destino	Máscara	Sig. salto	Interfaz
192.168.2.0	/24	*	eth0
default	0.0.0.0	192.168.2.1	eth0

TABLA DE ENRUTAMIENTO DE LOS SERVIDORES WEB, MAIL Y DNS			
Red destino	Máscara	Sig. salto	Interfaz
192.168.0.0	/22	172.16.1.2	wlan0
default	0.0.0.0	172.16.1.1	wlan0

TABLA DE ENRUTAMIENTO DEL ROUTER R_A			
Red destino	Máscara	Sig. salto	Interfaz
172.16.1.0	/24	*	eth0
192.168.0.0	/22	172.16.1.2	eth0
default	0.0.0.0	IP_GW_operador	eth1

TABLA DE ENRUTAMIENTO DEL ROUTER R_B			
Red destino	Máscara	Sig. salto	Interfaz
172.16.1.0	/24	*	eth1
172.16.2.0	/24	*	eth0
192.168.0.0	/23	172.16.2.2	eth0
default	0.0.0.0	172.16.2.1	eth1

TABLA DE ENRUTAMIENTO DEL ROUTER R_D			
Red destino	Máscara	Sig. salto	Interfaz
192.168.1.0	/24	*	eth0
default	0.0.0.0	172.16.2.1	eth1

TABLA DE ENRUTAMIENTO DEL ROUTER R_E			
Red destino	Máscara	Sig. salto	Interfaz
192.168.2.0	/24	*	wlan0
default	0.0.0.0	172.16.2.1	eth0

- ¿Sería posible realizar un ping entre el equipo X y el equipo Y? ¿Y la conexión del equipo Y a Internet? Justifique las respuestas.
- ¿Qué problemas ha detectado en las tablas de encaminamiento? ¿Cómo los solucionaría?

Inalámbrico o cableado nos da lo mismo

## a) Ping X-Y

El ping es un protocolo ICMP. Para que se efectúe correctamente, X ha de mandar un paquete a Y e Y responderle a X.

X → Y si funciona porque la dirección 192.168.1.2 de Y sería default en la tabla de enrutamiento de X, por lo que el salto iría a 192.168.0.1 (Rc). De ahí, Y es default de nuevo y el salto es a 172.16.3.1 (Rd). En este router, Y se lee en la entrada 192.168.0.0/24, red a la que Rd está conectado directamente.

Y → X no funciona. X = 192.168.0.2

Y) default → 192.168.1.1 (Rd)  
Rd) default → 172.16.2.1 (Re)  
Re) 192.168.0.0/23 → 172.16.2.2 (Rd)

ó

Y) default → 192.168.1.1 (Rd)  
Rd) default → 172.16.2.1 (Re)  
Re) 192.168.0.0/23 → 172.16.2.2 (Rd)

Se genera un bucle entre Rd-Re y/o Re-Re, imposibilitando la llegada del paquete respuesta a X. Esto se solucionaría asignando direcciones únicas a Rd y Re e incluyendo la entrada correspondiente en Rd para que sepa llegar a Rc.

Por ejemplo, asignamos  
Rd: 172.16.2.2  
Re: 172.16.2.3

En las tablas de enrutamiento, añadimos:

dest	máscara	salto
192.168.0.0	/24	172.16.3.2
172.16.3.0	/24	*
192.168.2.0	/24	172.16.2.3
192.168.2.0	/24	172.16.2.3
192.168.1.0	/24	172.16.2.2

## Conexión Y - Internet.

No se da porque R<sub>B</sub> no sabe cómo continuar.  
Supongamos una dirección 33.33.33.35 de Internet.  
Tenemos la siguiente secuencia:

- Y) default → 192.168.11 (R<sub>A</sub>)
- R<sub>A</sub>) default → 172.16.2.1 (R<sub>B</sub>)
- R<sub>B</sub>) default → 172.16.2.1 (R<sub>B</sub>) ↗

Se genera un bucle en R<sub>B</sub> del que no se sale porque la entrada default está mal configurada (no tiene sentido que vaya a sí mismo). Y no se puede conectar a Internet. Se solucionaría modificando la entrada:

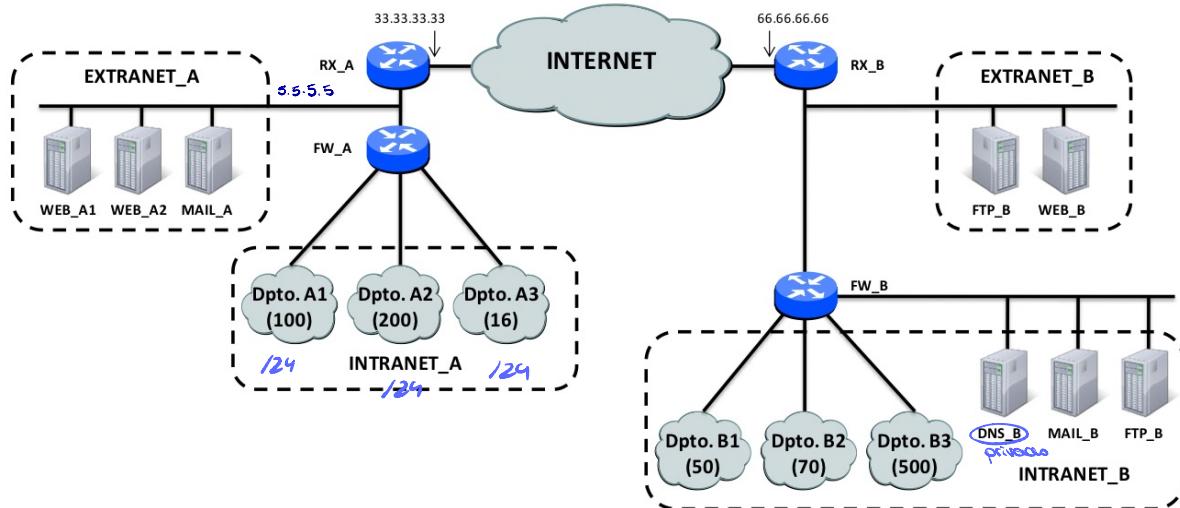
default      0.0.0.0      172.16.1.1. (R<sub>A</sub>)      eth 1

## b) Problemas

Los ya expuestos

¿Hay más? No

5. La figura siguiente presenta la topología de dos empresas (A y B) conectadas a Internet. Entre paréntesis se ha incluido el número de *hosts* que tiene cada departamento. Los equipos de la empresa A utilizan un servidor de nombres con dirección IP 5.5.5.5 <sup>público</sup> mientras que los equipos de la empresa B utilizan el servidor de nombres ubicado en su intranet. Los proveedores de servicio de dichas empresas les han asignado las direcciones 33.33.100.64/29 y 66.66.100.128/29 respectivamente.



- Realice la asignación de todas las direcciones IP de estas redes.
- Un equipo X del departamento A2 pretende acceder al servidor de correo MAIL\_B ubicado en la empresa B, ¿sería posible? Detalle su respuesta.
- ¿Sería posible añadir un segundo servidor FTP en la red de FTP\_B? Detalle su respuesta.

*¿Para qué sirve extranet B? ¿Pq no tiene IP?*

*¿Las IP?*

*Intranet: red privada de la empresa*

*Extranet: red pública de la empresa.*

*O los routers FW o los RX hacen NAT*

*Que el DNS sea público o privado no nos influye a la hora de asignar direcciones.*

a) Podemos poner más máscaras no restrictivas porque usamos direcciones privadas.

b) Sí.

c) *Como tengo dirección libre en la red, puedo añadirla.*

*priv.*

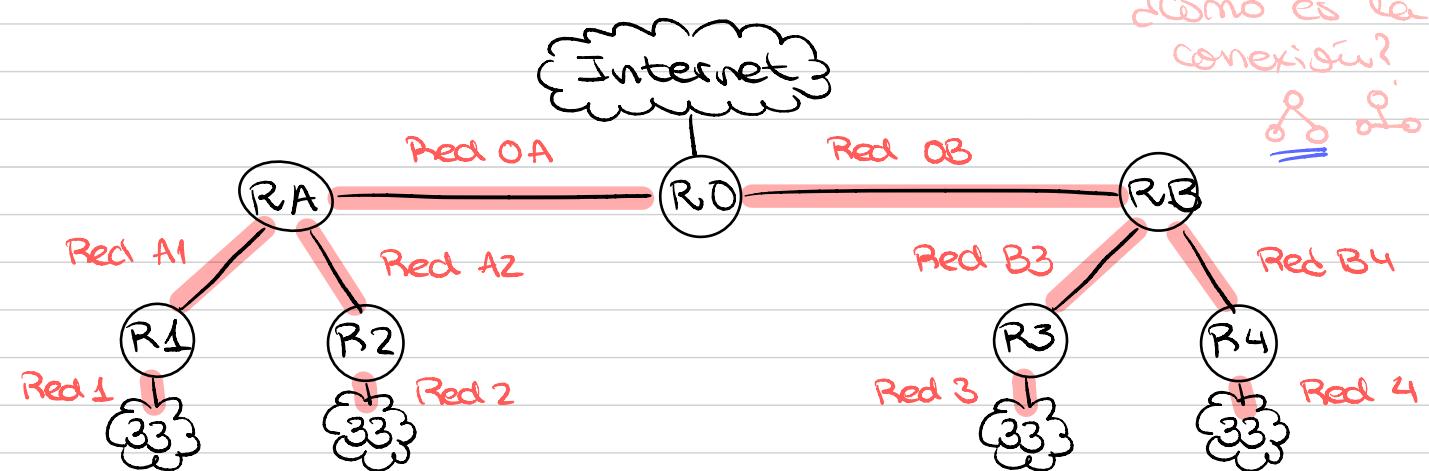
*Sí pero tengo que configurar distintos puertos para cada uno de los serv. en DNAT.*

6. Suponga que administra una intranet en un hotel de 4 plantas. Por cada planta dispone de un router inalámbrico –red de infraestructura- con un servidor de DHCP. Cada planta tiene 33 habitaciones. Se disponen de 2 routers adicionales, uno de ellos conectado a los routers inalámbricos de las plantas 1 y 2, y el otro conectado a los routers de las plantas 3 y 4. Finalmente considere que dispone de un router de acceso a Internet. Suponga que se ha contratado un rango de direcciones públicas 199.199.199.128/25
- Proponga un esquema de asignación de direcciones tal que el router de acceso tenga una tabla de encaminamiento con sólo 3 entradas.
  - Si se exige que los hosts tengan una IP pública ¿cómo lo haría?

Intranet hotel 4 plantas

Cada planta → router inalámbrico + serv. DHCP  
→ 33 habitaciones

¿Cómo es la conexión?



Con el rango de 199.199.199.128/25 disponemos de 128 direcciones IP públicas. Como  $33 \cdot 4 = 132$ , no podemos asignar una pública a cada habitación. A los routers sí que podemos.

Calcularemos las máscaras

- Red i :  $33 \text{ eq} + 1 \text{ router} + 1 \text{ red} + 1 \text{ dif} = 36 \leq 64 = 2^6$   
Máscara:  $32 - 6 \text{ bits eq.} = 26$   
 $i \in \{1, 2, 3, 4\}$
- Cada router RA, RB deja debajo 4 subredes (dos LAN y dos de interconexión).  $4 \leq 4 = 2^2$ , por lo que necesitaremos 2 bits más para redireccionar.  
La red de interconexión necesita  $2 \text{ router} + 1 \text{ red} + 1 \text{ dif} = 4 \leq 2^2 \rightarrow 2 \text{ bits para redireccionar.}$   
Como máx  $2^6 - 2^4 = 6$ , necesitaremos  $6 + 2 = 8 \text{ bits}$  en total. Máscara /24

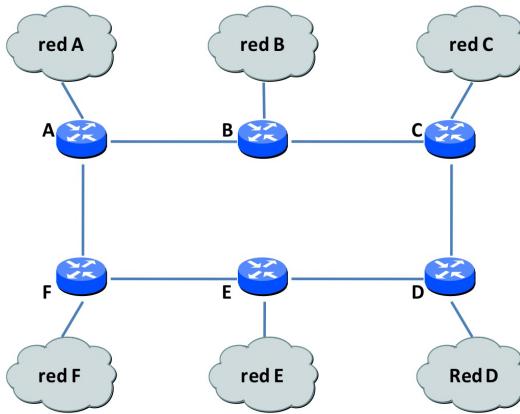
- RO deja por debajo 4 subredes (ROA, ROB, la que agrupa RA y la que agrupa RB). Necesitaríamos 2 bits de direccionamiento + 8 = 10 bits. Así, la máscara es /22.

El router RO tiene NAT y no hace mascara-  
rada, sino que usa las 128 direcciones públicas  
de las que disponemos.

b)

→ Como usa DHCP, puedo suponer que no todas  
las habitaciones estén conectadas simultáne-  
mente.

7. Los routers de la figura adjunta tienen definidas las rutas a las redes que tienen conectadas directamente. El administrador de la red decide utilizar en dichos routers el protocolo RIP (en los interfaces hacia otros routers) y activa dicho servicio siguiendo la secuencia temporal indicada a la derecha de la figura (en segundos).
- Explique el funcionamiento del protocolo de encaminamiento dinámico RIP, describiendo los mensajes intercambiados entre los routers (indique origen/destino del mensaje, redes conocidas por el receptor tras recibir el mensaje, coste para alcanzar cada red y cuál es el primer router en la ruta hacia dicha red) hasta que las rutas se mantienen estables.
- Suponga que sólo se utilizan actualizaciones periódicas, y que el primer mensaje periódico enviado por cada router se envía a los 30 segundos de haber arrancado el servicio RIP. Incluya en la descripción sólo la accesibilidad a las redes A, B, C, D, E y F.
- Calcule el tiempo que pasa hasta que la situación de toda la red se ha estabilizado (desde el instante  $t_0$ ).



- $t = t_0 \rightarrow$  activación RIP en router A
- $t = t_0 + 5 \rightarrow$  activación RIP en router B
- $t = t_0 + 10 \rightarrow$  activación RIP en router C
- $t = t_0 + 15 \rightarrow$  activación RIP en router D
- $t = t_0 + 20 \rightarrow$  activación RIP en router E
- $t = t_0 + 25 \rightarrow$  activación RIP en router F

¿En la 1<sup>a</sup> vuelta,  
tenemos que conectar si.  
con nos mismos?

a) Envío de mensajes

Como cada router conoce la ruta a las redes a las que está conectado directamente, podemos:

$t = t_0$        $A \rightarrow A$        $A(0/A)$

$t = t_0 + 20$        $E \rightarrow E$        $E(0/E)$

$E \rightarrow D$        $D(1/D)$

$C(2/D)$

$B(3/D)$

$A(4/D)$

$t = t_0 + 5$        $B \rightarrow B$        $B(0/B)$

$B \rightarrow A$        $A(1/A)$

$t = t_0 + 10$        $C \rightarrow C$        $C(0/C)$

$C \rightarrow B$        $B(1/B)$

$A(2/B)$

$t = t_0 + 25$        $F \rightarrow F$        $F(0/F)$

$F \rightarrow E$        $E(1/E)$

$D(2/E)$

$C(3/E)$

$B(4/E)$

~~$A(5/E)$~~

$F \rightarrow A$        $A(1/A)$

$t = t_0 + 15$        $D \rightarrow D$        $D(0/D)$

$D \rightarrow C$        $C(1/C)$

$B(2/C)$

$A(3/C)$

\* En cada vuelta, anadimos las rotas nuevas.

$t = t_0 + 30 = t_0'$

$A \rightarrow B$	$B(1/B)$
$A \rightarrow F$	$F(1/F)$
	$E(2/F)$
	$D(3/F)$
	$C(4/F)$
	<del><math>B(5/F)</math></del>
	<del><math>A(6/F)</math></del>

$t = t_0' + 15$

$D \rightarrow C$	$F(4/C)$
	<del><math>E(5/C)</math></del>
	<del><math>D(2/C)</math></del>
$D \rightarrow E$	$E(1/E)$
	<del><math>D(2+E)</math></del>
	<del><math>C(3+E)</math></del>
	<del><math>B(4+E)</math></del>
	<del><math>A(5+E)</math></del>

$t = t_0' + 5$

$B \rightarrow A$	<del><math>B(2/A)</math></del>
	$F(2/A)$
	$E(3/A)$
	$D(4/A)$
	<del><math>C(5/A)</math></del>
$B \rightarrow C$	$C(1/C)$
	<del><math>B(2+C)</math></del>
	<del><math>A(3+C)</math></del>

$t = t_0' + 20$

$E \rightarrow D$	$F(5/D)$
	$E(2/D)$
$E \rightarrow F$	$F(1/F)$
	<del><math>E(2+F)</math></del>
	<del><math>D(3+F)</math></del>
	<del><math>C(4+F)</math></del>
	<del><math>B(5+F)</math></del>
	$A(2/F)$

$t = t_0 + 10$

$C \rightarrow B$	$F(3/B)$
	$E(4/B)$
	<del><math>D(5/B)</math></del>
	<del><math>C(2/B)</math></del>
$C \rightarrow D$	$D(1/D)$
	<del><math>C(2+D)</math></del>
	<del><math>B(3+D)</math></del>
	<del><math>A(4+D)</math></del>

$t = t_0' + 25$

$F \rightarrow E$	$F(2/E)$
$F \rightarrow A$	$B(2/A)$
	<del><math>E(2/A)</math></del>
	<del><math>E(3+A)</math></del>
	<del><math>D(4+A)</math></del>
	<del><math>C(5+A)</math></del>

Otra vuelta  $t = t_0' + 30 = t_0''$

$t = t_0''$

$A \rightarrow B$	<del><math>E(3+B)</math></del>
	<del><math>E(4+B)</math></del>
	<del><math>D(5+B)</math></del>
	$C(2/B)$
$A \rightarrow F$	<del><math>B(3+F)</math></del>

$t = t_0'' + 15$

$D \rightarrow C$	$E(3/C)$
$D \rightarrow E$	$F(2/E)$

$t = t_0'' + 20$

$E \rightarrow D$	$F(3/D)$
$E \rightarrow F$	$B(3/F)$ me da igual

$t = t_0'' + 5$

$B \rightarrow A$	<del><math>C(3/A)</math></del>
$B \rightarrow C$	<del><math>F(4/C)</math></del>
	<del><math>E(5/C)</math></del>
	$D(2/C)$

$t = t_0'' + 25$

$F \rightarrow E$	/
$F \rightarrow A$	<del><math>C(3/A)</math></del>

$t = t_0'' + 10$

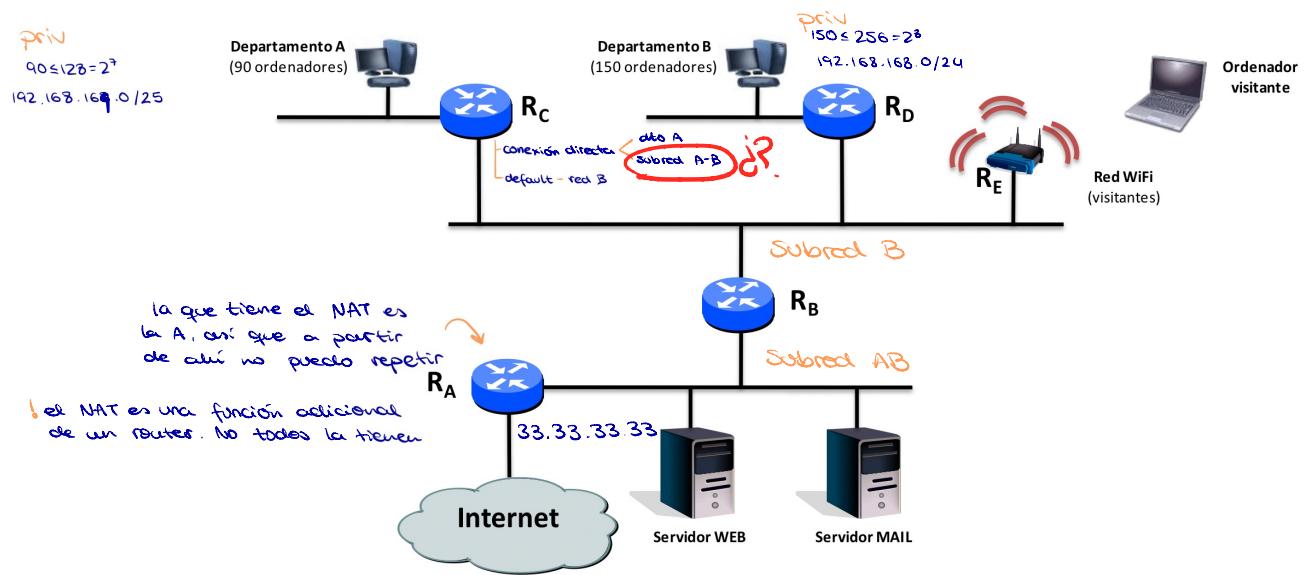
$C \rightarrow B$	$D(3/B)$
$C \rightarrow D$	$E(5/D)$
	$E(2/D)$

La siguiente vuelta no produciría modificaciones porque las tablas ya son óptimas

b) Hemos tardado 90s. en estabilizar la red.

8. Dada la siguiente topología, que representa la red de una empresa, responda razonadamente las siguientes preguntas:

- Asigne direcciones IP a los diferentes equipos y redes, minimizando el número de entradas en las tablas de encaminamiento. El ISP sólo nos proporciona la dirección IP pública 33.33.33.33. Ajustar en lo posible las asignaciones al número de ordenadores.
- Indique el funcionamiento y configuración de los servicios necesarios en los diferentes elementos para que todo funcione correctamente con los siguientes requisitos:
  - Los ordenadores de visitantes a la empresa se autoconfiguren al conectarse a la red WiFi y tengan acceso a internet.
  - Los usuarios de los departamentos han de poder acceder a cualquier URL sin necesidad de conocer explícitamente su dirección IP.
  - Los equipos de la intranet deben tener acceso a todos los destinos a pesar de que las tablas de encaminamiento iniciales en los routers sólo incluyan entradas a las redes directamente conectadas.



a) Como sólo nos proporcionan una IP pública, el resto tienen que ser privadas

$$\text{Subred D } 150+3=153 \leq 256 = 2^8 \rightarrow 192.168.168.0/24$$

$$\text{Subred C } 90+3=93 \leq 128 = 2^7 \rightarrow 192.168.169.0/25$$

$$\text{Subred E } 125+3 \leq 128 = 2^7 \rightarrow 192.168.169.128/25$$

OK { Ponemos que, como máximo, pueden haber 125 ordenadores visitantes a la vez.  
Para proporcionar las IPs, usamos ISP

$$\text{Subred B } 4+2=6 \leq 8 = 2^3 \rightarrow 192.168.170.0/29$$

$$\text{Subred AB } 4+2=6 \leq 8 = 2^3 \rightarrow 192.168.170.8/29$$

- b) 1. con el ~~DR~~ DHCP  
2. DNS  
3. El enunciado nos pide que las tablas puedan autoconfigurarse. Usamos RIP u OSPF

9. ¿Cuál es la finalidad del campo de tiempo de vida en un datagrama IP?. ¿Cómo afecta a otros campos de la cabecera? ¿Y a otros tipos de mensajes?

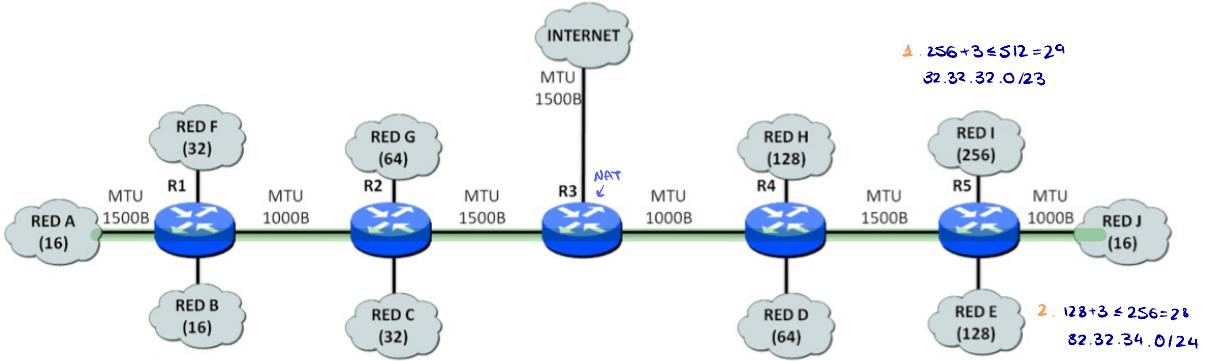
El TTL (tiempo de vida de un datagrama) hace referencia a la cantidad de tiempo o saltos que se ha establecido que el paquete debe existir dentro de una red antes de ser descartado por un router. Lleva un contador que se va decrementando a cada salto. Si llega a 0, se descarta.

Afecta al checksum cada vez que se decrementa.

Afecta a otros mensajes en el sentido de que, si entra en un bucle y es reenviado de router en router sin llegar a ningún destino válido, como se desecha, deja de utilizar inútilmente recursos de los routers, dejando paso a esos otros mensajes.

Si se descarta, se genera un nuevo paquete ICMP de destino no alcanzado que se manda al emisor.

10. La red de una empresa presenta la siguiente topología:



El número de PCs conectados a estas redes está indicado entre paréntesis en el dibujo. La empresa tiene contratada con el ISP el rango de direcciones 32.32.32.0/22. Además, el *router* que da acceso a Internet (R3) tiene asignada la dirección 11.11.11.11/24.

- Asigne las direcciones IP contratadas y máscaras a cada una de las redes presentes, a los PCs y a las interfaces de los *routers* tal que se minimicen las tablas de encaminamiento. ¿Es suficiente el rango de direcciones IP contratado? En caso contrario, indique por qué.
- Escriba las tablas de encaminamiento de los *routers* R1 a R5, de manera que todos los equipos queden interconectados y puedan comunicarse hacia Internet.
- Suponga que un equipo en la red A quiere mandar un *ping* a un equipo de la red J, enviando 1480 bytes en la petición (sin incluir la cabecera de nivel IP). Suponga que la respuesta tiene el mismo tamaño. Explique cómo funciona el comando *ping* (protocolos, mensajes, etcétera). Indique los **paquetes** IP que se envían por la red, desde que se generan por el emisor hasta que se reciben por el receptor, indicando el tamaño tanto de la cabecera IP como de los datos IP.

a) NO es suf. *privadas?* Sí

c) Ping A → J



$\downarrow R3 \rightarrow R4$  MTU=1000B

CAB 20B	980 B
------------	-------

fragmento 1.1

CAB 20B	500 B
------------	-------

fragmento 1.2

$\downarrow R4 \rightarrow R5$  MTU=1500B

CAB 20B	980 B
------------	-------

fragmento 1.1

CAB 20B	500 B
------------	-------

fragmento 1.2

$\downarrow R5 \rightarrow J$  MTU=1000B

CAB 20B	980 B
------------	-------

fragmento 1.1

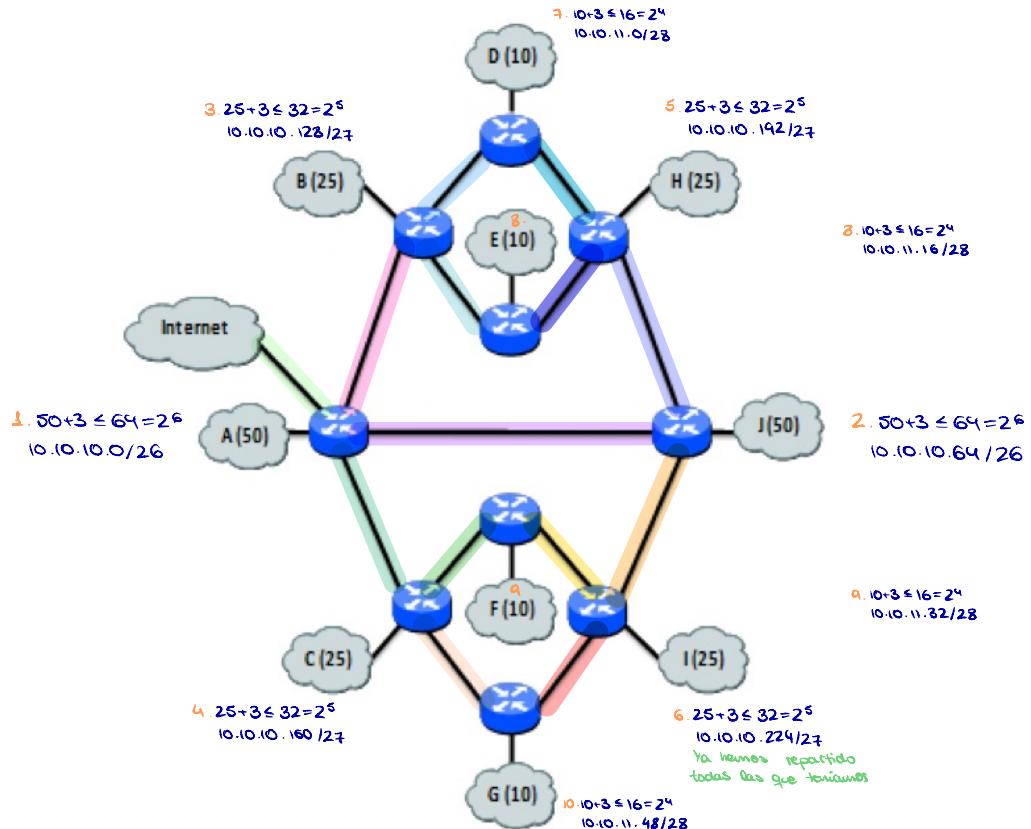
CAB 20B	500 B
------------	-------

fragmento 1.2

→ La respuesta se hace prácticamente igual, con la diferencia de que hay que fragmentar en el primer paso.

→ El protocolo PING está explicado en el ejercicio 5 de la relación FR RI.

11. La siguiente figura muestra una red ficticia conectada a Internet. Se indica el número de ordenadores conectados a cada una de las subredes entre paréntesis.



- a) Si se dispone únicamente del rango 10.10.10.0/24, ¿podría asignar todas las direcciones IP necesarias? En caso afirmativo, exponga dicha asignación de direcciones. En caso negativo, utilice además el rango de direcciones IP, consecutivas al rango anterior, que considere necesario. \*

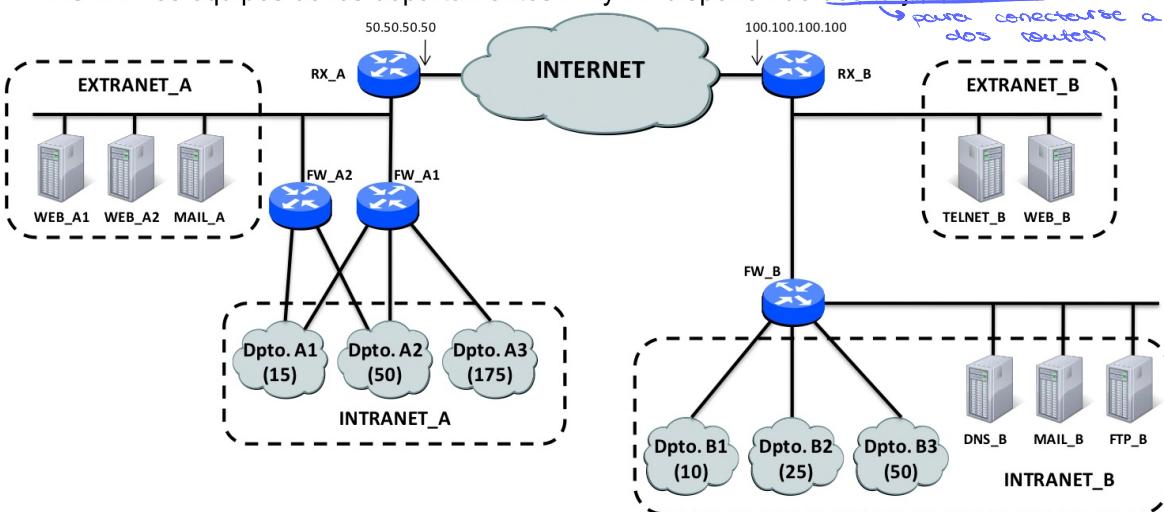
- b) Con la asignación de direcciones anterior, suponga que:

- poner un serv. DHCP {
- La subred A es una red inalámbrica.
  - Los usuarios que llegan a dicha red deben configurarse de forma automática.
- Dar dos direcciones nuevas {
- Existe un servidor de nombres en la subred D (elija su dirección IP).
  - Los usuarios de esta red utilizan como servidor de correo una máquina en la red J (elija su dirección IP).

a) Como gestionamos todas las públicas, usaremos privadas para las de interconexión. NAT en el router próximo a A.

12. La figura siguiente incluye las topologías de red de dos empresas (A y B) conectadas a Internet. Entre paréntesis se incluye el número de hosts de cada departamento. Los equipos de la empresa A utilizan un servidor de nombres con dirección 15.15.15.15, mientras que los equipos de la empresa B utilizan el servidor de nombres ubicado en su intranet. No se dispone de direcciones IP públicas adicionales.

NOTA: Los equipos de los departamentos A1 y A2 disponen de dos tarjetas de red.

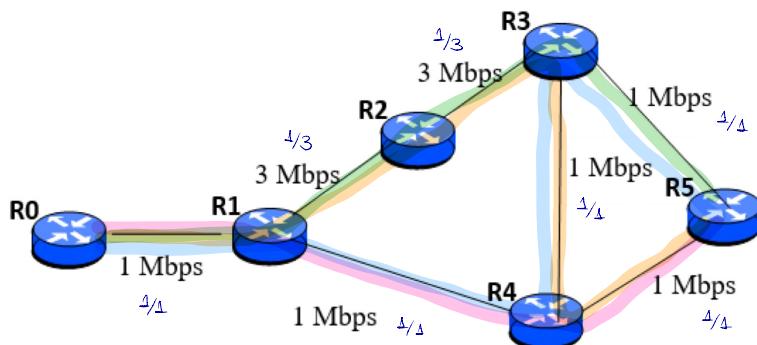


- Realice la asignación de todas las direcciones IP de estas redes, de forma que se minimicen las tablas de encaminamiento. Indique las direcciones de subred y de difusión, así como las máscaras (lo más restrictivas posibles).
- Muestre las tablas de encaminamiento de los routers *RX\_A*, *FW\_A1*, *FW\_A2*, *RX\_B* y *FW\_B*.
- Ahora se desea que la mitad de los equipos del departamento A2 utilicen el router *FW\_A1* para acceder a la extranet de la empresa, y la otra mitad que utilice el router *FW\_A2*. ¿Cómo lo haría?

c) Separar dptos?

c) Ruta por defecto a FW1 o FW2. Podemos hacerlo a mano o meter un servidor DHCP que, por ejemplo, ponga una u otra por defecto (factor aleatorio)

13. En la topología de la figura, ¿cuál sería la ruta desde R0 a R5 con RIP? ¿y con OSPF?  
Justifique la respuesta.



### RIP

Sabemos que este protocolo escoge el camino con menor coste, entendiendo que el coste de un camino es el número de enlaces por los que hay que pasar.

Como sólo nos piden un camino en concreto, y no que apliquemos el procedimiento, podemos comparar las distintas opciones y escoger la más óptima:

#### CAMINOS

R0 - R1 - R2 - R3 - R5  
 R0 - R1 - R2 - R3 - R4 - R5  
 R0 - R1 - R4 - R3 - R5  
 R0 - R1 - R4 - R5

#### COSTE

4  
 5  
 4  
 3 → Camino RIP

### OSPF

Este protocolo da el camino con menor coste, entendiendo como coste la suma de la inversa de los anchos de banda de los enlaces que se atraviesan. A menor coste, habrá un ancho de banda "general" mayor, lo que permitirá mayor velocidad.

#### CAMINOS

R0 - R1 - R2 - R3 - R5  
 R0 - R1 - R2 - R3 - R4 - R5  
 R0 - R1 - R4 - R3 - R5  
 R0 - R1 - R4 - R5

#### COSTE

$$1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + 1 = 2\frac{2}{3}$$

$$1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + 1 + 1 = 3\frac{1}{3}$$

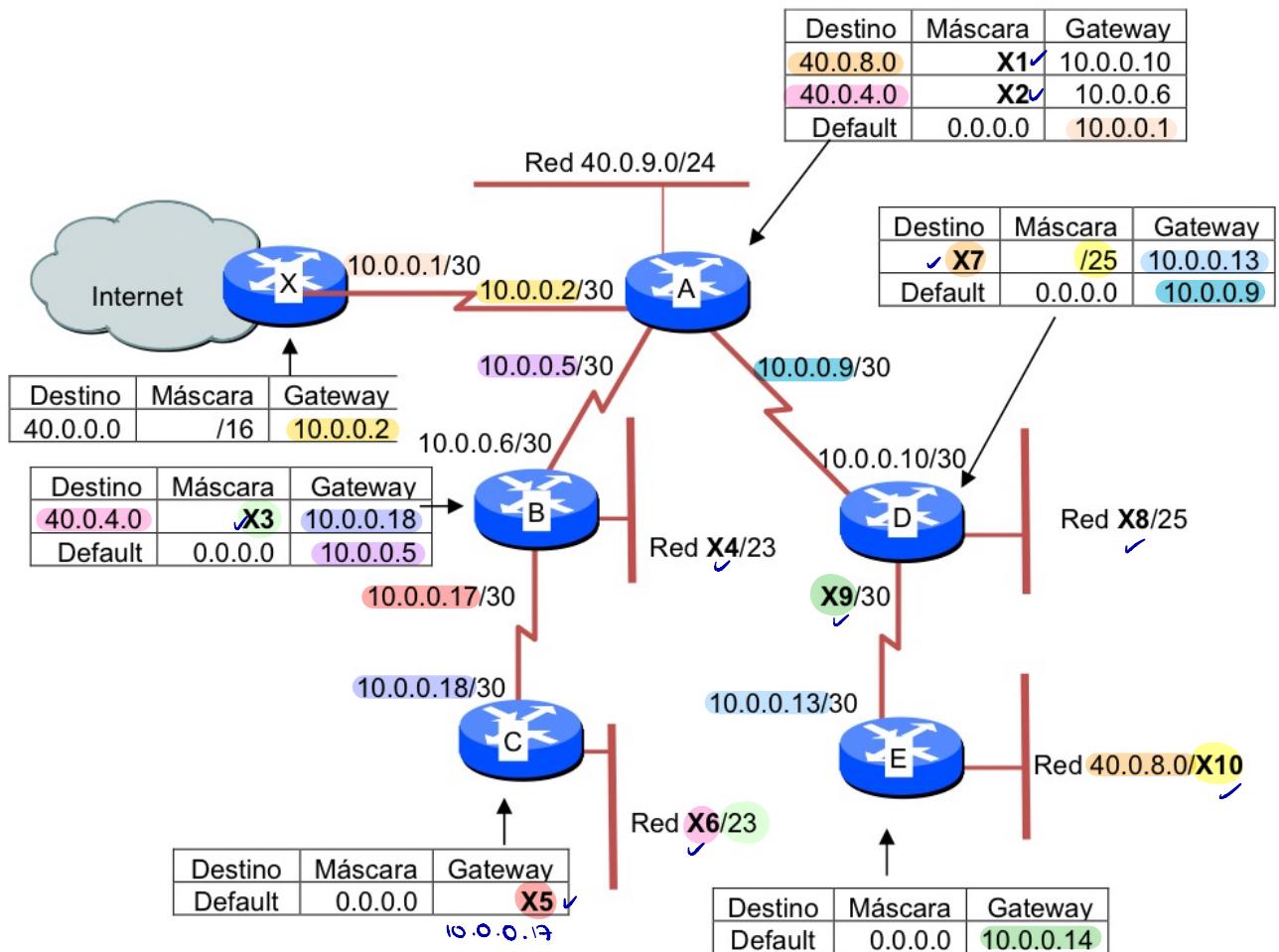
$$1 + 1 + 1 + 1 = 4$$

$$1 + 1 + 1 + 1 = 3$$

Camino OSPF

Notar que cada protocolo propone un camino diferente.

14. En la red de la siguiente figura se muestra la configuración incompleta de una red:



- a) Complete los datos marcados en la figura como X1 a X10. Justifique las respuestas.
  - b) Los routers A, B, C, D, E, X ¿Necesitarán más entradas en sus tablas de encaminamiento? En caso afirmativo indíquelas.
  - c) Suponga que instala un servidor de HTTP con dirección 40.0.9.1. ¿Es necesario instalar un NAT? En caso afirmativo indique dónde y cómo sería su tabla de asignación de puertos.
  - d) Suponga que ejecuta ping 40.0.9.1 desde una máquina en 40.0.8.1. Indique las IPs origen y destino, y el contenido de los paquetes generados.

a) Identificamos las distintas redes.

X5 tiene que ser 10.0.0.17 porque el router C sólo puede comunicarse con el resto de la red a través del router B.

X6 es 40.0.4.0 porque la tabla de enrutamiento de B manda todas las direcciones pertenecientes al rango 40.0.4.0/23 al router C

x3 es 123 por la mascara de la red del router C

X7 es 40.0.8.0 por las mismas razones de X6

x9 es 10.0.0.14 por las razones expuestas en x5

x10 es 125 por la máscara de la tabla de R<sub>D</sub>

x8 es 40.0.8.128 por la primera columna de la tabla de R<sub>A</sub> y porque la red E ya tiene las primeras 128 direcciones de 40.0.8.0/24

x1 es /24 porque engloba 40.0.8.0/25 y 40.0.8.128/25 de las redes D y E

x4 es 40.0.6.0 por la segunda columna de la tabla de R<sub>A</sub> y porque la red C ya tiene las 512 direcciones de 40.0.4.0/23

x2 es /22 porque engloba 40.0.4.0/23 y 40.0.6.0/23 de las redes B y C.

b) En todas las tablas de enrutamiento faltan las entradas para las subredes con las que hay conexión directa.

Por no alargar el ejercicio, rellenamos sólo una de ellas y el resto se completarán análogamente.

R <sub>B</sub>	Destino	Máscara	Gateway	
	40.0.6.0	/23	*	Red B
	10.0.0.16	/30	*	Red B-C
	10.0.0.4	/30	*	Red B-A

c) La dirección que queremos asignarle al servidor es una que ya existe en la red (concretamente, es la del primer dispositivo de la subred A). Por tanto, es necesario implementar NAT.

En concreto, nos conviene poner como privada la subred A antes que el servidor. Aunque la subred puede tener muchos dispositivos, seguramente el servidor sea mucho más frecuentado por dispositivos de toda la red. Mejor que estas conexiones, más habituales, no tengan que pasar por un NAT

¡Buena justificación!

Como tenemos que configurar una tabla de asignación de puertos, y eso lo tenemos que diseñar nosotros, nos conviene tener el mínimo número de dispositivos con direcciones privadas. Así, es mejor poner el servidor con dirección privada.

Pondremos el router NAT ahí donde coloquemos el servidor, para poder hacer las traducciones.

¿dónde es + conveniente?

En cuanto a la tabla de asignación de puertos

¿cómo se hace? ¿En todos? ¡Incluso el 80?

d) Una vez tengamos la tabla, se hace como en el apartado 2b) nº?

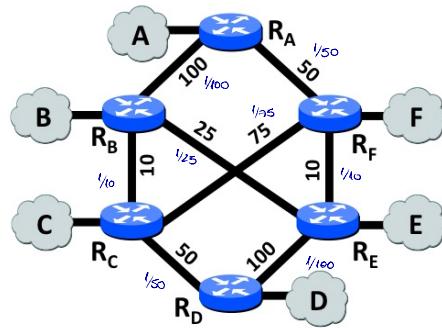
Generar paquete ARP.

Si no hay NAT, no cambia el paquete.

c) No se necesita NAT. Desde fuera se elegirá a X, que tiene que tener bien configurados llegar a A (público).

De vuelta ídem.

15. La siguiente topología muestra las conexiones entre diferentes redes. Los números en cada enlace indican su ancho de banda en Mbps.



- a) Indique resumidamente cómo se calcula el coste de una ruta si los routers utilizan los protocolos de encaminamiento 1) RIP y 2) OSPF.  
 b) Rutas en RB usando RIP

DESTINO	SIGUIENTE SALTO	COSTE DE LA RUTA
red A		
red B		
red C		
red D		
red E		
red F		

DESTINO	SIGUIENTE SALTO	COSTE DE LA RUTA
red A		
red B		
red C		
red D		
red E		
red F		

a) Explicado en ejercicios anteriores (ver ejer 13).

b) Rutas en RB usando RIP

No desarrollamos todo el procedimiento. Sólo ponemos el resultado final.

Donde haya más de una posibilidad, escoger uno cualquiera.

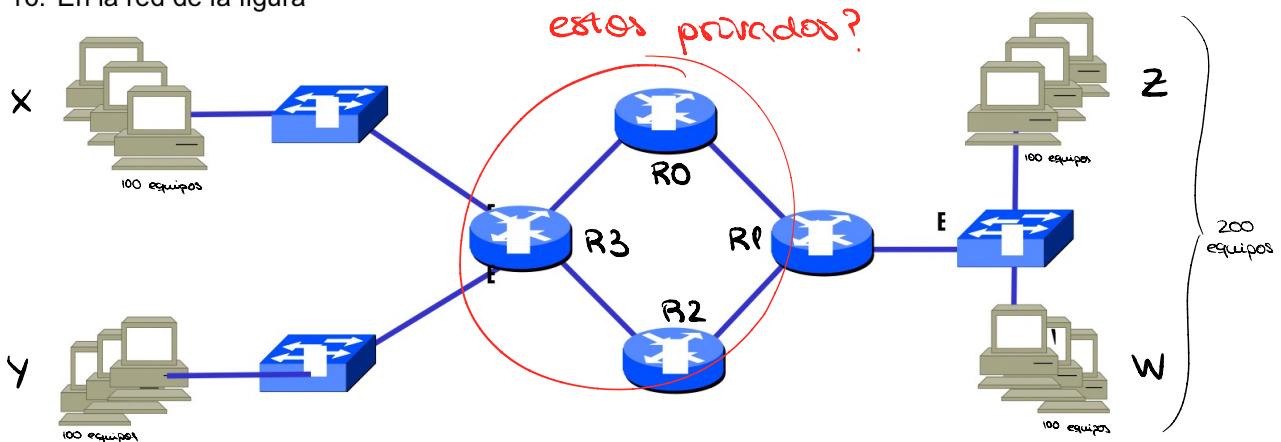
DESTINO	SIGUIENTE SALTO	COSTE DE LA RUTA
red A	R <sub>A</sub>	1
red B	*	0
red C	R <sub>C</sub>	1
red D	R <sub>C</sub> ó R <sub>E</sub>	2
red E	R <sub>E</sub>	1
red F	R <sub>A</sub> ó R <sub>E</sub>	2

c) Rutas en RB usando OSPF

DESTINO	SIGUIENTE SALTO	COSTE DE LA RUTA
red A	R <sub>A</sub>	0'01
red B	*	0
red C	R <sub>A</sub> <sup>A-F-C</sup>	0'043
red D	R <sub>E</sub> <sup>E-D</sup>	0'05
red E	R <sub>E</sub>	0'04
red F	R <sub>A</sub> <sup>A-F</sup>	0'03

16. En la red de la figura

*¿Tiene sentido estos privados?*



se dispone de cuatro grupos de hosts, identificados con las letras X, Y, Z y W. Cada grupo está formado por 100 ordenadores.

- Establezca un plan de asignación de direcciones para cada grupo de hosts utilizando el rango 20.2.2.0/23.
- Indique las tablas de encaminamiento para los routers que aparecen en el dibujo utilizando rutas estáticas.

Requisitos:

- Minimizar las tablas de encaminamiento resultantes
- Si no tiene bastante con las direcciones públicas disponibles utilice direcciones privadas, en cualquier caso los hosts deberán tener direcciones públicas.
- Se debe repartir el tráfico lo mejor posible entre todos los enlaces, utilizando en cada caso la ruta con el menor número de saltos. Se supone que todos los hosts generan un volumen de tráfico similar y que dicho tráfico se dirige de forma equilibrada a los cuatro grupos de hosts.

a) Empezaremos repartiendo las direcciones a los grupos más grandes. Recordar que los switch funcionan como cables a la hora de asignar direcciones.

$$Z+W \quad 200 \text{ eq} + 1 \text{ router} + 1 \text{ red} + 1 \text{ dif} = 203 \leq 256 = 2^8$$

→ Máscara:  $32-8 = /24$

Red: 20.2.2.0  
Dif: 20.2.2.255

Router 1: 20.2.2.1  
Equipos: 20.2.2.(2-201)

$$X \quad 100 \text{ eq} + 1 \text{ router} + 1 \text{ red} + 1 \text{ dif} = 103 \leq 128 = 2^7$$

→ Máscara:  $32-7 = /25$

Red: 20.2.3.0  
Dif: 20.2.3.127

Router 3: 20.2.3.1  
Equipos: 20.2.3.(2-101)

Y Idem que X

Red: 20.2.3.128  
Dif: 20.2.3.255

Router 3: 20.2.3.129  
Equipos: 20.2.3.(130-229)

Como vemos, ya hemos asignado todas las direcciones públicas de las que disponíamos. Así, vamos a tener que hacer uso de direcciones privadas en las subredes que comunican a los routers.

De este modo, los 4 routers van de tener NAT.

$$RO - RL \quad 2 \text{ router} + 1 \text{ red} + 1 \text{ dif} = 4 = 2^2 \rightarrow /30$$

Red: 192.168.0.0

RO: 192.168.0.1

Dif: 192.168.0.3

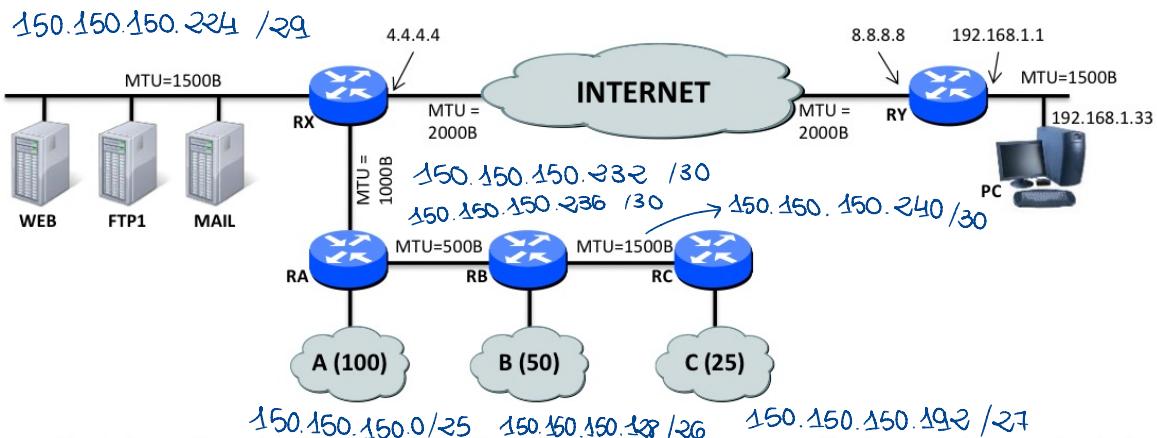
RL: 192.168.0.2

- En el resto de subredes podemos asignar exactamente las mismas direcciones (como son privadas, podemos repetirlas). Por ejemplo, le damos la .1 al router impor y la .2 al par.

Puertos?

b) ¿Tablas con puertos?

17. La siguiente figura muestra la topología de red de una empresa conectada a Internet (parte izquierda), así como la red de un trabajador que se conecta desde casa (parte derecha). El ISP contratado por la empresa le asigna el rango 150.150.150.0/24.



- a) Asigne direcciones IP a todos los equipos de la empresa (incluyendo los routers) de forma que todas sean públicas.
- b) En la red C hay un servidor de FTP. El equipo PC (en casa del trabajador) quiere descargarse un fichero de este servidor, del cual sólo conoce su nombre de dominio.
- ¿Habrá algún problema al tener otro servidor de FTP en la red de la empresa (FTP1)? Razone su respuesta.
  - Suponiendo que no hay ningún problema (e.g. imagine que FTP1 no existe), indique las tramas necesarias para la descarga de dicho fichero. Para estas tramas, incluya: direcciones físicas de origen y destino (utilice etiquetas); direcciones IP origen y destino; puerto origen y destino; protocolo; tipo de mensaje. Suponga que el fichero a transmitir tiene 1460 bytes y que el equipo PC se acaba de encender por lo que no ha tenido ninguna actividad de red previa.

a) Asignamos direcciones despidiendo con más prioridad de las subredes con más equipos.

$$A) 100 \text{ eq.} + 1 \text{ router} + 1 \text{ red} + 1 \text{ dif} = 103 \leq 128 = 2^7 \rightarrow /25$$

Red: 150.150.150.0

RA: 150.150.150.1

Dif: 150.150.150.127

Eq: 150.150.150.(2-101)

$$B) 50 \text{ eq.} + 1 \text{ router} + 1 \text{ red} + 1 \text{ dif} = 53 \leq 64 = 2^6 \rightarrow /26$$

Red: 150.150.150.128

RB: 150.150.150.129

Dif: 150.150.150.191

Eq: 150.150.150.(130-179)

$$C) 25 \text{ eq.} + 1 \text{ router} + 1 \text{ red} + 1 \text{ dif} = 28 \leq 32 = 2^5 \rightarrow /27$$

Red: 150.150.150.192

RC: 150.150.150.193

Dif: 150.150.150.223

Eq: 150.150.150.(194-218)

X) 3 serv. + 1 router + 1 red + 1 dif =  $6 \leq 8 = 2^3 \rightarrow /29$

Red: 150.150.150.224

RX: 150.150.150.225

Dif: 150.150.150.231

Serv: 150.150.150.(226-228)

X-A) 2 router + 1 red + 1 dif =  $4 = 2^2 \rightarrow /30$

Red: 150.150.150.232

RX: 150.150.150.233

Dif: 150.150.150.235

RA: 150.150.150.234

A-B) 2 router + 1 red + 1 dif =  $4 = 2^2 \rightarrow /30$

Red: 150.150.150.236

RA: 150.150.150.237

Dif: 150.150.150.239

RB: 150.150.150.238

B-C) 2 router + 1 red + 1 dif =  $4 = 2^2 \rightarrow /30$

Red: 150.150.150.240

RB: 150.150.150.241

Dif: 150.150.150.243

RC: 150.150.150.242

### b.1) ¿Qué sabemos de FTP?

FTP (File Transfer Protocol) permite transferir archivos de un equipo a otro si estos están conectados a Internet. Usa una red TCP/IP.

Los archivos se transmiten de forma directa y sin intermediario.

Para conectarnos a un servidor TCP necesitaremos la dirección IP, puerto del servidor, modo de conexión y usuario y contraseña.

Por otro lado, si tenemos el nombre de dominio, tenemos la IP por el DNS.

Como son todas públicas, no hay problema.

PC+ARP, TCP.

b.2) 1. ¿Qué tiene que ver recién encendido?  
Cache vacía → ARP

2. Pto origen 80? Pto destino 21? Intermediarios?  
Si no hay NAT, los puertos no cambian.

3. Etiquetas?

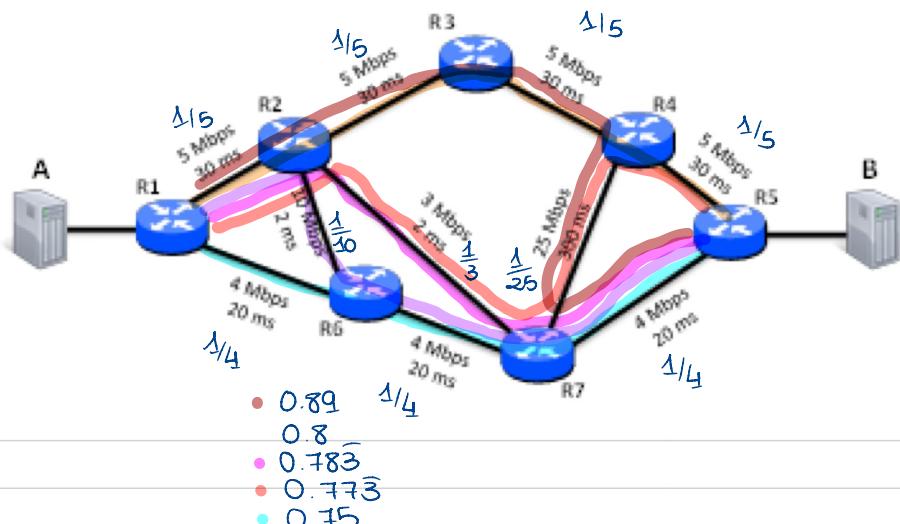
IP\_R1 = Dirección

4. Tipos?  
ARP, SYN, DNS... ARP + DNS + TCP

5. Esquema general para representar todo esto  
Tabla

18. Sobre el protocolo de encaminamiento interior OSPF:

- Describa sus principales diferencias con el protocolo RIP.
- Si los routers de la siguiente red utilizan OSPF, ¿cuál sería la ruta que seguiría un paquete para ir desde el equipo A hasta el equipo B? Explique detalladamente cómo la ha calculado.



### a) COSTE

- En OSPF nos importa el ancho de banda (Mbps), ya que el coste de un camino es la suma de la inversa del ancho de banda de cada enlace. Recordar que en este protocolo nos da igual el retraso (ms).
- En RIP, el coste de un camino es el número de enlaces que haya en este.

### PROTOCOLO DE ENRUTAMIENTO:

- OSPF utiliza enrut. de estado de enlace (conocido como "la ruta más corta")
- RIP utiliza prot. enrut. por vector de distancia (métrica basada en número de saltos)

### ALGORITMO

- OSPF se basa en el algoritmo de Dijkstra
- RIP se basa en el algoritmo de Bellman-Ford

### LIMITACIONES DE SALTOS

- OSPF no tiene
- RIP tiene 15 saltos como max (evita cuenta al infinito)

### CONVERGENCIA Y CARGA

OSPF converge más rápidamente que RIP y tiene un mejor equilibrado de carga. En general, OSPF es más escalable.

## COMUNICACIÓN ENTRE ROUTERS

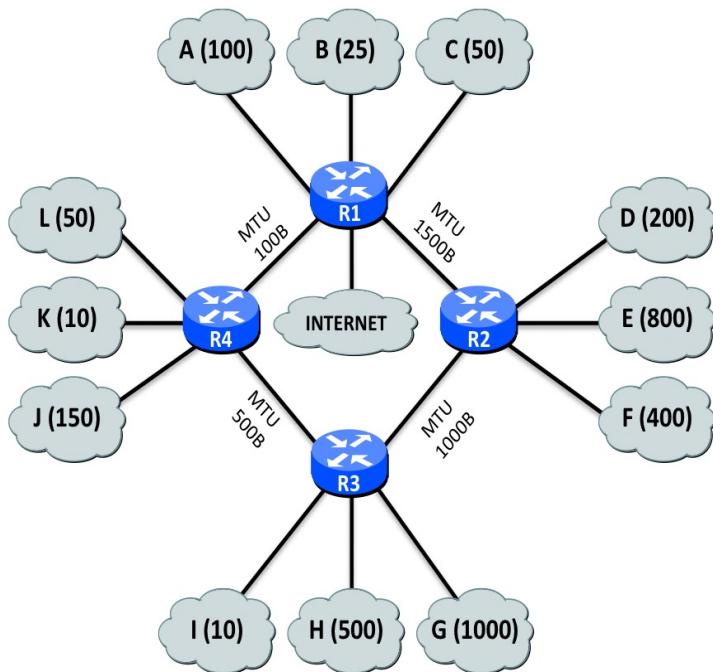
- OSPF minimiza la difusión mediante routers designados
- RIP hace que cada router reciba (y mande) periódicamente (30 s) los vectores distancia de sus vecinos para todos los posibles destinos.

b) Valoramos distintas posibilidades y escogemos la de menor coste.

CAMINO	COSTE
R1-R2-R3-R4-R5	0'8
R1-R6-R7-R5	0'75
R1-R2-R6-R7-R4-R5	0'79
R1-R2-R6-R7-R5	0'8
R1-R2-R7-R5	0'783
R1-R2-R7-R4-R5	0'773
R1-R2-R3-R4-R7-R5	0'89

0'75 → Camino escogido por OSPF

19. La siguiente figura muestra la topología de una red. La única dirección IP pública presente (33.33.33.33) es la del router R1 en su interfaz hacia internet. Todos los equipos tienen configurados un servidor DNS con dirección 33.33.33.34. Además, las redes A...L tienen una MTU de 1500 bytes.



a) Realice la asignación de direcciones IP utilizando las máscaras más restrictivas posibles.

b) Indique las tablas de encaminamiento de los routers de forma que todas las redes queden interconectadas y puedan acceder a Internet.

d) Si fuese el administrador, ¿cómo simplificaría la gestión para que introducir equipos nuevos o redes nuevas se realice de la forma más sencilla posible? Razone y justifique su respuesta.

DNS para qué? No afecta

a) Sabemos hacerlo

b) Tablas con NAT (duda anterior)

c) Meter equipos en los huecos de las distintas redes para aprovechar? No

Simplificar gestión → DHCP

Sobre todo, se refiere a que no lo haga como el a), porque trabaja con direcciones privadas, y es mejor tener direcciones de mán.

20. Una empresa tiene cinco departamentos, cada uno con una subred con direcciones privadas. Los rangos que elige el administrador de red son los siguientes:

- Departamento 1: 192.168.0.0/25
- Departamento 2: 192.168.0.128/27
- Departamento 3: 192.168.0.160/26
- Departamento 4: 192.169.0.0/25
- Departamento 5: 192.169.0.128/25

PÚBLICA!

Explique detalladamente dos posibles problemas que tenga esta asignación.

Opto 1 : 192.168.0.(0 - 127)

Dpto 2 : 192.168.0.(128 - 159)

Dpto 3 : 192.168.0.(160 - 185)

Dpto 4 : 192.169.0.(0 - 127)

Dpto 5 : 192.169.0.(128 - 255)

\* Ver que no se solapen

\* Ver que no hay bits  
a 1 en la parte eq.

dpto 5

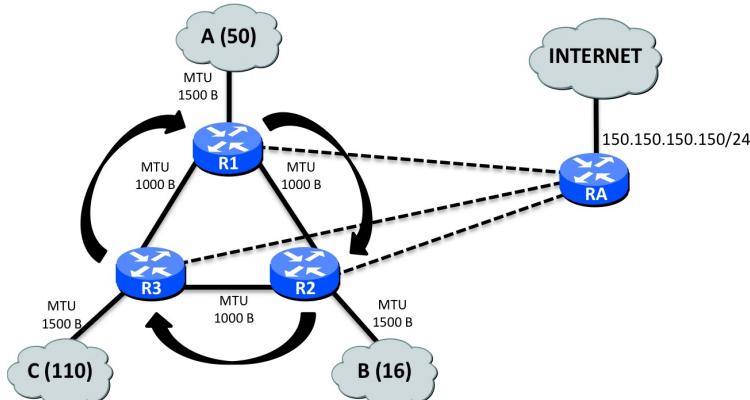
**Problema 1:** De la 192.168.0.0/24 se pasa a la dirección 192.169.0.0/24, cuando deberíamos pasar a la dirección 192.168.1.0/24.

**Problema 2:** El primer problema deriva también en que se usen direcciones públicas, puesto que 192.169.X.Y no son privadas. El enunciado especifica que todas han de ser privadas.

algo más? No

Curiosidad: pq las privadas tienen que ser unicas en concreto? Para repetir unas en concreto

21. La siguiente figura muestra la topología de red de una empresa, que tiene contratado con su ISP el rango de direcciones 15.16.17.0/24. El número de ordenadores conectados a las redes A, B y C están indicados en la figura entre paréntesis.



flechas en la figura). Debe haber conectividad completa entre estas redes y hacia Internet.

a) Realice la asignación de direcciones IP tanto de equipos como de routers (incluyendo las redes entre los routers), utilizando direcciones públicas siempre que sea posible.

b) Indique las tablas de encaminamiento de todos los routers de forma que, para el tráfico entre las redes A, B y C, se encamine de acuerdo a las

### a) Asignación de direcciones IP

$$\text{Subred C: } 110 \text{ eq} + 3 = 113 \leq 128 = 2^7 \rightarrow /25$$

$$\text{Red: } 15.16.17.0 \quad R3: 15.16.17.1$$

$$\text{Dif: } 15.16.17.127 \quad \text{Eq: } 15.16.17.(2-111)$$

$$\text{Subred A: } 50 \text{ eq} + 3 = 53 \leq 64 = 2^6 \rightarrow /26$$

$$\text{Red: } 15.16.17.128 \quad R1: 15.16.17.129$$

$$\text{Dif: } 15.16.17.191 \quad \text{Eq: } 15.16.17.(130-179)$$

$$\text{Subred B: } 16 \text{ eq} + 3 = 19 \leq 32 = 2^5 \rightarrow /27$$

$$\text{Red: } 15.16.17.192 \quad R2: 15.16.17.193$$

$$\text{Dif: } 15.16.17.223 \quad \text{Eq: } 15.16.17.(194-209)$$

$$\text{Subred 1-2: } 2r+2=4=2^2 \rightarrow /30$$

$$\text{Red: } 15.16.17.224 \quad R1: 15.16.17.225$$

$$\text{Dif: } 15.16.17.227 \quad R2: 15.16.17.226$$

$$\text{Subred 2-3: } 2r+2=4=2^2 \rightarrow /30$$

$$\text{Red: } 15.16.17.228 \quad R2: 15.16.17.229$$

$$\text{Dif: } 15.16.17.231 \quad R3: 15.16.17.230$$

$$\text{Subred 3-1: } 2r+2=4=2^2 \rightarrow /30$$

$$\text{Red: } 15.16.17.232 \quad R3: 15.16.17.233$$

$$\text{Dif: } 15.16.17.235 \quad R1: 15.16.17.234$$

**Subred A-1:**  $2r+2=4=2^2 \rightarrow /30$

Red: 15.16.17.236

RA: 15.16.17.237

Dif: 15.16.17.239

R1: 15.16.17.238

**Subred A-2:**  $2r+2=4=2^2 \rightarrow /30$

Red: 15.16.17.240

RA: 15.16.17.241

Dif: 15.16.17.243

R2: 15.16.17.242

**Subred A-3:**  $2r+2=4=2^2 \rightarrow /30$

Red: 15.16.17.244

RA: 15.16.17.245

Dif: 15.16.17.247

R3: 15.16.17.246

### b) Tablas de encaminamiento

<u>R1</u>	Destino	Máscara	Sig. Salto	↓ InterfaZ? NO
A	15.16.17.128	126	*	
1-2	15.16.17.224	130	*	
3-1	15.16.17.232	130	*	tiene que saber?
B	15.16.17.192	127	15.16.17.226 R2	) agrupar?
C	15.16.17.0	125	15.16.17.226 R2	
A-1	15.16.17.236	130	*	
default		-	15.16.17.237 RA	

<u>R2</u>	Destino	Máscara	Sig. Salto
B	15.16.17.192	127	*
1-2	15.16.17.224	130	*
2-3	15.16.17.228	130	*
C	15.16.17.0	125	15.16.17.230 R3
A	15.16.17.128	126	15.16.17.230 R3
A-2	15.16.17.240	130	*
default		-	15.16.17.241 RA

<u>R3</u>	Destino	Mascara	Sig. Salto
C	15.16.17.0	125	*
3-1	15.16.17.232	130	*
2-3	15.16.17.228	130	*
A	15.16.17.128	126	15.16.17.234 R1
B	15.16.17.192	127	15.16.17.234 R1
A-3	15.16.17.244	130	*
	default	-	15.16.17.245 RA

<u>RA</u>	Destino	Mascara	Sig. Salto
Internet	150.150.150.150	124	*
A-1	15.16.17.236	130	*
A-2	15.16.17.240	130	*
A-3	15.16.17.244	130	*
A	15.16.17.128	126	15.16.17.238 R1
B	15.16.17.192	127	15.16.17.242 R2
C	15.16.17.0	125	15.16.17.246 R3
	default	-	Internet