

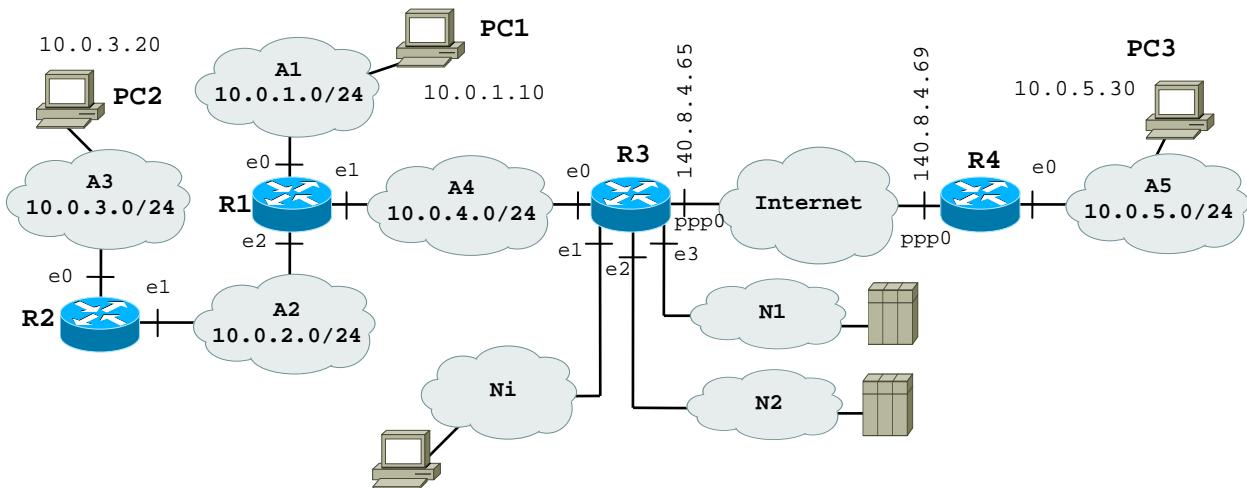
Problema 1. 6 puntos.

Cada pregunta vale 1.67 puntos, excepto la d) que vale 1 punto.

Disponemos de la red de la figura compuesta por una parte privada y una parte pública.

La parte privada usa un túnel en Internet entre los routers R3 y R4 para conectar dos partes distintas. Las direcciones de los extremos del túnel son 140.8.4.65/30 y 140.8.4.69/30.

La parte pública consiste de dos redes para servidores públicos N1 y N2 y de varias redes de hosts públicos Ni; al máximo hay **5 servidores** en las redes N1 y N2, mientras no hay un límite al número de hosts para las redes Ni. Para la parte pública se usan direcciones IP tomadas del rango 140.8.4.0/26.



- a) Diseñar un esquema de direccionamiento para la red pública. En particular **se pide en este orden**:
1. Determinar **la máscara** fija que mejor se ajuste a los requisitos de las redes de servidores públicos N1 y N2 (se recuerda que al máximo hay 5 servidores para cada red).
 2. Determinar **el número total de subredes** creadas con la máscara anterior.
 3. Determinar cuantas **subredes de hosts públicos** se han creado con la máscara anterior.
 4. Determinar **el número total de direcciones IP** que se pueden asignar a las subredes de los hosts públicos.
 5. Ahora se quiere que las redes de hosts sean solo dos (N3 y N4), determinar **las máscaras** que mejor se ajusten para tener un número máximo de direcciones IP (nota que las dos redes pueden tener máscara distinta).

- b) Toda la red (privada y pública) usa RIPv2. Escribe la tabla de encaminamiento del router R2 con el formato indicado. Indica en la columna adquisición una ruta directa con C, determinada por RIP con R y una estática con S. En la columna Red/máscara se recomienda usar los nombres de las redes y no sus direcciones IP (por ejemplo A1/24 en lugar de 10.0.1.0/24). En la columna Gateway indicar la dirección del router como router-interfaz (por ejemplo R3-e2 para la interfaz e2 del router R3). En la columna Interfaz indicar la interfaz de salida del router R4.

Adquisición	Red/máscara	Gateway	Interfaz	Métrica

- c) Se hace un ping del PC2 al PC1. Inventarse las direcciones IP de los routers. Suponer que las direcciones MAC de los hosts/routers se indican con los últimos dos octetos de la dirección IP (por ejemplo la dirección MAC de 10.0.1.70 es :0170) y que todas las tablas ARP están vacías. Indica la dirección MAC de broadcast como :FFFF. Indicar la información que se envía completando una tabla del tipo:

Eth		ARP					IP		ICMP
@src	@dst	Query / Response	MAC sender	IP sender	MAC receiver	IP receiver	@src	@dst	Echo RQ/RP

- d) Supón que PC1 de la red A1 accede a PC3 de la red A5. Escribe las direcciones origen y destino de los datagramas IP cuando estos pasan por
1. la interfaz e0 de R3
 2. la interfaz ppp0 de R3
 3. la interfaz ppp0 de R4
 4. la interfaz e0 de R4

Resolución.

a)

1. 5 servidores + IP del router R3 + IP de red + broadcast = 8 direcciones IPs.

La mínima potencia de dos superior/igual a 8 es $2^3 = 8$

=> se necesitan por lo menos 3 bits para el hostID.

=> por lo tanto la mascara es /29 = 255.255.255.248

netID 26 bits										subnetID 3 bits			hostID 3 bits			Dirección de red	Red
140.	8.	4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140.8.4.0	N1	
140.	8.	4.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	140.8.4.8	N2	
140.	8.	4.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	140.8.4.16	Ni	
140.	8.	4.	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	140.8.4.24	Ni	
140.	8.	4.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	140.8.4.32	Ni	
140.	8.	4.	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	140.8.4.40	Ni	
140.	8.	4.	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	140.8.4.48	Ni	
140.	8.	4.	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	140.8.4.56	Ni	

2. A partir del rango con mascara /26 y haciendo subnetting con mascara /29 se han creado $2^3 = 8$ subredes.

3. 8 subredes – N1 – N2 = 6 subredes para los hosts públicos.

4. $8 - 2$ (red + broadcast) = 6 direcciones IP para cada subred de los hosts.

Hay 6 subredes disponibles.

=> $6 \times 6 = 36$ direcciones IP en total

5. Si solo hay 2 subredes para los hosts, podemos ajustar las mascaras para ocupar todo el rango a disposición.

netID 26 bits										subnetID			hostID			Dirección de red	Red
140.	8.	4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140.8.4.0 / 29	N1	
140.	8.	4.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	140.8.4.8 / 29	N2	
140.	8.	4.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	140.8.4.16 / 28	N3	
140.	8.	4.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	140.8.4.32 / 27	N4	

La red N3 tiene $2^4 = 16$ direcciones IP – 2 (red + broadcast) = 14.

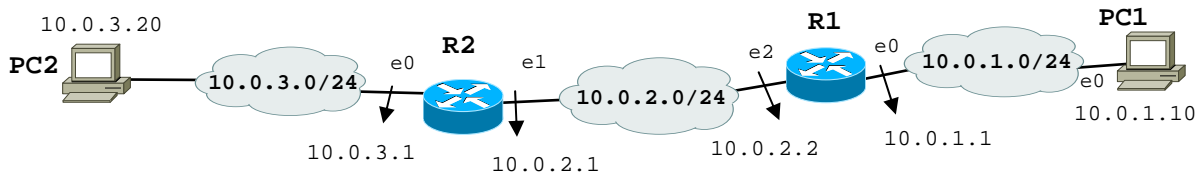
La red N4 tiene $2^5 = 32$ direcciones IP – 2 (red + broadcast) = 30.

En total hay $14+30 = 44$ direcciones IP.

b)

Adquisición	Red/mascara	Gateway	Interfaz	Métrica
C	A3/24	-	e0	1
C	A2/24	-	e1	1
R	A1/24	R1-e2	e1	2
R	A4/24	R1-e2	e1	2
R	A5/24	R1-e2	e1	4
R	N1/29	R1-e2	e1	3
R	N2/29	R1-e2	e1	3
R	N3/28	R1-e2	e1	3
R	N4/27	R1-e2	e1	3
S	0/0	R1-e2	e1	-

c)



N	Cabecera trama		ARP				IP		ICMP	
	origen	destino	Q/R	MAC sender	IP sender	MAC receiver	IP receiver	origen	destino	Echo RQ/RP
1	:0320	:FFFF	Q	:0320	10.0.3.20	?	10.0.3.1	-	-	-
2	:0301	:0320	R	:0320	10.0.3.20	:0301	10.0.3.1	-	-	-
3	:0320	:0301	-	-	-	-	-	10.0.3.20	10.0.1.10	RQ
4	:0201	:FFFF	Q	:0201	10.0.2.1	?	10.0.2.2	-	-	-
5	:0202	:0201	R	:0201	10.0.2.1	:0202	10.0.2.2	-	-	-
6	:0201	:0202	-	-	-	-	-	10.0.3.20	10.0.1.10	RQ
7	:0101	:FFFF	Q	:0101	10.0.1.1	?	10.0.1.10	-	-	-
8	:0110	:0101	R	:0101	10.0.1.1	:0110	10.0.1.10	-	-	-
9	:0101	:0110	-	-	-	-	-	10.0.3.20	10.0.1.10	RQ
10	:0110	:0101	-	-	-	-	-	10.0.1.10	10.0.3.20	RP
11	:0202	:0201	-	-	-	-	-	10.0.1.10	10.0.3.20	RP
12	:0301	:0320	-	-	-	-	-	10.0.1.10	10.0.3.20	RP

- PC2 de la red 10.0.3.0/24 debe hacer un ping a PC1 de la red 10.0.1.0/24. Siendo dos redes distintas, PC2 necesita pasar por el router R2 que le hace de gateway con la interfaz e0 con IP 10.0.3.1. Para poder enviar el ping a R2, PC2 necesita conocer la MAC de esta interfaz. Envía entonces un ARP request en broadcast en la red 10.0.3.0/24 para descubrir la MAC del 10.0.3.1.
- R2 contesta a PC2 con un ARP reply informándole que la MAC de su interfaz e1 es :0301. Al finalizar los pasos 1 y 2, PC2 y R2 tienen una nueva entrada en sus respectivas tablas ARP

Tabla ARP PC2

@IP	@MAC
10.0.3.1 (e0 de R2)	:0301

Tabla ARP R2

@IP	@MAC
10.0.3.20 (PC2)	:0320

- PC2 ahora conoce la MAC de la interfaz e0 de R2 y le puede enviar el ping para PC1. Este es un datagrama ICMP request con dirección IP fuente PC2 y destino PC1, mientras a nivel de trama la dirección física es la interfaz de PC2 y la interfaz e0 de R2.
- Cuando R2 recibe el ping, mira en su tabla de encaminamiento como llegar a la dirección IP destino, es decir PC1. Ve que tiene que enviarlo por su interfaz e1 y llegar a la interfaz e2 del router R1. En la tabla ARP, R2 no tiene la MAC de la interfaz e2 de R1 así que debe descubrirla; envía un ARP request en broadcast por la red 10.0.2.0/24 saliendo por su interfaz e1.
- R1 envía el ARP reply a R2 informándole sobre la MAC de su interfaz e2. Al finalizar este paso, R2 y R1 tienen nuevas entradas en sus tablas ARP.

Tabla ARP R2

@IP	@MAC
10.0.3.20 (PC2)	:0320
10.0.2.2 (e2 de R1)	:0202

Tabla ARP R1

@IP	@MAC
10.0.2.1 (e1 de R2)	:0201

- Ahora R2 puede enviar el ping de PC2 a R1.
- R1 recibe el ping, mira su tabla de encaminamiento y ve que puede llegar a PC1 con entrega directa saliendo por su interfaz e0. En la tabla ARP, R1 no tiene la MAC de PC1 así que debe descubrirla; envía un ARP request en broadcast por la red 10.0.1.0/24 saliendo por su interfaz e0.
- PC1 envía el ARP reply a R1 informándole sobre su MAC. Al finalizar este paso, R1 y PC1 tienen nuevas entradas en sus tablas ARP.

Tabla ARP R1

@IP	@MAC
10.0.2.1 (e1 de R1)	:0201
10.0.1.10 (PC1)	:0110

Tabla ARP PC1

@IP	@MAC
10.0.1.1 (e0 de R1)	:0101

9. Ahora R1 puede enviar el ping de PC2 a PC1.
10. PC1 recibe el ping de PC2 y le contesta con un datagrama ICMP reply. Para contestarle ve en su tabla de encaminamiento que debe pasar por el router R1 que le hace de gateway. La tabla ARP de PC1 ya tiene la MAC de la interfaz e0 de R1 así que le envía el ping reply.
11. R1 recibe el ping reply y ve en su tabla de encaminamiento que para llegar a PC2 debe pasar por R2. Mira su tabla ARP y ve que ya tiene la MAC de la interfaz e1 de R2, así que le pasa el ping reply sin necesidad de hacer un ARP.
12. R2 recibe el ping reply y ve en su tabla de encaminamiento que para llegar a PC2 debe hacer una entrega directa saliendo por su interfaz e0. Su tabla ARP ya contiene la MAC de PC2 así que envía el ping reply sin necesidad de hacer un ARP.

d)

1. IP origen = 10.0.1.10
IP destino = 10.0.5.30
2. IP origen = 140.8.4.65
IP destino = 140.8.4.69
3. IP origen = 140.8.4.65
IP destino = 140.8.4.69
4. IP origen = 10.0.1.10
IP destino = 10.0.5.30