

## Ejercicios Tema 3. Redes IP

**Ej. 1.** En la siguiente tabla tienes algunos de los campos de las cabeceras de una serie de datagramas IPv4 recibidos en una máquina (capturados por un *sniffer*). Analizando el contenido de esa tabla, contesta a las siguientes preguntas:

- ¿A cuántos usuarios está dando servicio la entidad IP?
- ¿En qué nivel de la arquitectura TCP/IP ubicas cada uno de esos usuarios?
- Según la tabla, la entidad IP ha recibido 6 datagramas. ¿Cuántas entregas de información hará esa entidad IP a sus usuarios?

@origen	@destino	protocolo	lon(cab)	id.	despl.	MF	lon(total)
@B	@A	UDP	20	543	0	0	92
@B	@A	TCP	20	48110	0	1	1500
@B	@A	TCP	20	48110	185	1	1500
@B	@A	TCP	20	48110	370	0	521
@C	@A	RIP	20	23456	0	0	432
@D	@A	ICMP	20	1100	0	0	96

**Ej. 2.** Sean dos máquinas cuyas direcciones son 158.227.240.40 y 158.227.242.40 respectivamente. La máscara de ambas direcciones es 255.255.240.0.

- ¿Pertenece ambas máquinas a la misma red?
- ¿Cuál es el identificador de interfaz de cada una de ellas?

**Ej. 3.** Nuestra máquina tiene asignada la dirección 194.224.110.129, y la máscara que se le aplica es 255.255.224.0.

- ¿Cuáles son nuestros identificadores de red y máquina?
- ¿Cuántas máquinas puede haber en nuestra red?
- ¿Pertenece las direcciones 194.224.129.158 y 194.224.119.161 a nuestra red?
- Si te dicen que las dos direcciones anteriores pertenecen a una sola máquina, ¿cómo te lo explicas?

**Ej. 4.** Sea la red 190.113.0.0/16, dividida en 4 subredes interconectadas mediante un único encaminador.

- ¿Qué prefijo de red usaremos en cada una de las subredes, si se quiere repartir el espacio de direccionamiento de forma uniforme entre las 4 subredes?
- ¿A qué subred pertenecerá un ordenador con dirección 190.113.127.154?
- ¿Cuántas direcciones IP tiene asignadas el encaminador? Pon un ejemplo de direcciones posibles.
- Especifica la tabla de reenvío del ordenador 190.113.127.154 y del encaminador.

**Ej. 5.** (A) ¿Cuáles de las siguientes direcciones no son direcciones de red?

- 160.200.112.0/23
- 160.200.113.0/23
- 160.200.112.0/22
- 160.200.113.0/24

(B) Indica si son correctas o no:

- a)  $158.227.0.1 \in 158.227.112.0/24$
- b)  $158.227.128.1 \in 158.227.0.0/16$
- c)  $158.200.197.23 \in 158.200.192.0/19$
- d)  $158.200.192.55 \in 158.200.196.0/22$
- e)  $158.200.193.55 \in 158.200.196.0/22$
- f)  $158.200.194.55 \in 158.200.196.0/22$
- g)  $200.135.192.0/22 \in 200.135.192.0/20$
- h)  $200.135.152.0/21 \in 200.135.192.0/18$
- i)  $200.135.152.0/21 \in 200.135.128.0/19$
- j)  $200.135.152.0/21 \in 200.135.144.0/20$
- k)  $200.135.192.0/22 + 200.135.196.0/22 = 200.135.192.0/20$
- l)  $115.80.128.0/20 + 115.80.144.0/21 = 115.80.128.0/18$
- m)  $115.80.128.0/20 + 115.80.144.0/21 \in 115.80.128.0/18$
- n)  $130.22.128.0/18 + 130.22.160.0/19 = 130.22.128.0/18$

**Ej. 6.** Sea un datagrama con dirección de destino 155.233.18.70. Según la tabla de reenvío que tienes a continuación, ¿por qué interfaz hay que enviar el datagrama?

Destination	Gateway	Genmask	Interface
155.233.0.0	191.166.12.1	255.255.0.0	Geth0
155.233.16.0	191.166.12.1	255.255.240.0	Geth0
155.233.18.0	191.166.12.2	255.255.254.0	sdh0
155.233.18.64	191.166.12.3	255.255.255.192	FastEth0

**Ej. 7.** Sea la siguiente tabla de reenvío:

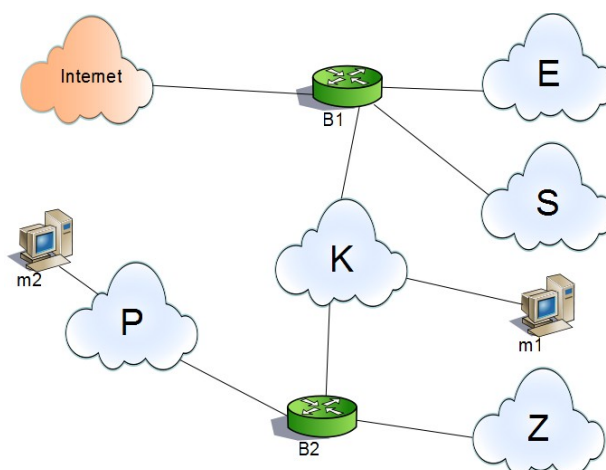
@Destino	Encaminador	Interfaz
158.227.136.0/22	-	eth0
158.227.128.0/20	@e1	eth0
158.227.128.0/22	@e2	eth0
158.227.192.1/32	-	eth1
default	@e3	eth0

Indica por qué ruta se encaminarán cinco datagramas que tengan las siguientes direcciones de destino:

- a) 158.227.143.210
- b) 158.227.130.112
- c) 158.227.192.1
- d) 158.227.192.2
- e) 158.227.133.32

**Ej. 8.** Sea la red de la figura de más abajo. Nos han asignado el bloque de direcciones 135.220.201.0/24. El espacio de direcciones es pequeño así que se desea disponer del máximo número posible de máquinas en cada red, es decir, sin desperdiciar ninguna dirección IP factible. Además queremos que el nº de máquinas presentes en E, S y K sea el doble que en P y Z. Se pide:

- Asignar direcciones IP a las redes, los encaminadores (excepto a la interfaz de B1 que conecta con Internet) y las máquinas.
- Construir las tablas de reenvío de los encaminadores B1 y B2, así como las de las máquinas m1 y m2. Considerar para ello que la dirección IP del ISP al que se conecta B1 es '@ISP'.



**Ej. 9.** Tenemos una red dividida en varias subredes y conectada a Internet. En total, en la red hay 3 encaminadores, que llamaremos B1, B2 y B3. Las tablas de reenvío de dichos encaminadores son las siguientes:

Tabla de B1:

<b>Destino</b>	<b>sig. encaminador</b>	<b>interfaz de salida</b>
125.223.36.0/22	-	eth0
125.223.48.0/22	-	eth1
125.223.54.0/23	-	eth2
125.223.56.0/21	125.223.48.3	eth1
default	125.223.36.2	eth0

Tabla de B2:

<b>Destino</b>	<b>sig. encaminador</b>	<b>interfaz de salida</b>
125.223.36.0/22	-	eth1
125.223.48.0/20	125.223.36.10	eth1
default	65.221.34.7	eth0

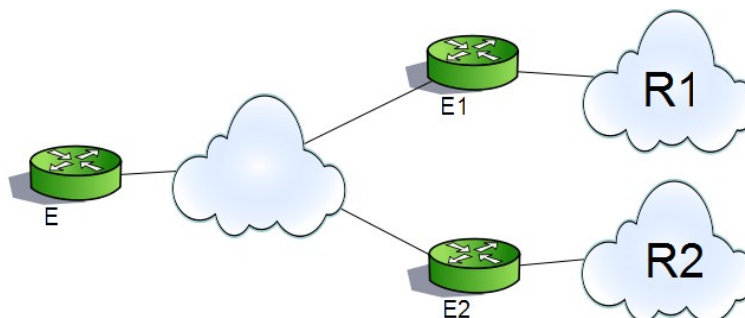
Tabla de B3:

<b>Destino</b>	<b>sig. encaminador</b>	<b>interfaz de salida</b>
125.223.48.0/22	-	eth0
125.223.58.0/23	-	eth1
125.223.62.0/24	-	eth2
default	125.223.48.10	eth0

Haz un esquema en el que aparezcan:

- Cada una de las subredes, identificadas con su bloque de direcciones.
- Cada uno de los tres encaminadores de la red, conectados a las subredes que corresponda. Identifica las interfaces de cada encaminador de la siguiente forma:
  - o Si se conoce su dirección IP, un par (nombre\_interfaz: dirección\_IP\_de\_esa\_interfaz). Por ejemplo: (eth0:190.190.190.1).
  - o Si no se conoce su dirección IP, únicamente con su nombre de la interfaz. Por ejemplo: eth0.
- Internet, con la conexión al encaminador de nuestra red que corresponda.

**Ej. 10.** Sea un Sistema Autónomo que tiene asignado el espacio de direccionamiento 155.233.0.0/16. Ese espacio lo tiene repartido entre 16 subredes, usando una máscara interna de 20 bits para cada una de las subredes. Entre esas 16 subredes, la que tiene asignado el espacio 155.233.32.0/20 (llamemos a ésta la subred R1) ha asignado ya todas las direcciones disponibles, pero necesita aún más. Por otro lado, en la subred 155.233.16.0/20 (llamémosla R2), tienen aún bastantes direcciones de sobra, y no hay previsión de que las vayan a usar. Por ello, el administrador del sistema autónomo decide retirar el bloque de direcciones 155.233.24.0/23 a R2 para asignárselo a R1. Escribir las rutas que llevan a R1 y R2 de la tabla de reenvío del encaminador E de la figura. Usar direcciones simbólicas para referirse a los encaminadores E1 y E2 (@E1 y @E2).



**Ej. 11.** Sean las siguientes direcciones IPv6:

- FE80:0000:0000:0000:01A0:00F4:0B14:4581
- 0000:0000:0000:0000:0000:FFFF:158.227.112.3
- FF44:1552:0293:0001:0000:0000:4AB7:92A0

Escribirlas en forma simplificada e indicar de qué tipo es cada una de ellas.

**Ej. 12.** Sea A0F5:3422:B:4B08:E903::12:C267/64 la dirección global de una interfaz de nuestra máquina, y sea A0F5:3422:B:4B08:DD00::23:1234/64 la del encaminador de salida de nuestra red. En un momento dado el encaminador se reconfigura, debido a un cambio en la conexión a Internet de nuestra red (cambiamos de proveedor), y su dirección (la del encaminador) pasa a ser BB09:E440:98:8A03:DD00::23:1234/64. ¿Cuál será la nueva dirección global de nuestra interfaz?

**Ej 13.** Sea un servidor NAT que enmascara las direcciones internas con dirección pública 155.123.22.234, cuya tabla en un momento dado es la siguiente:

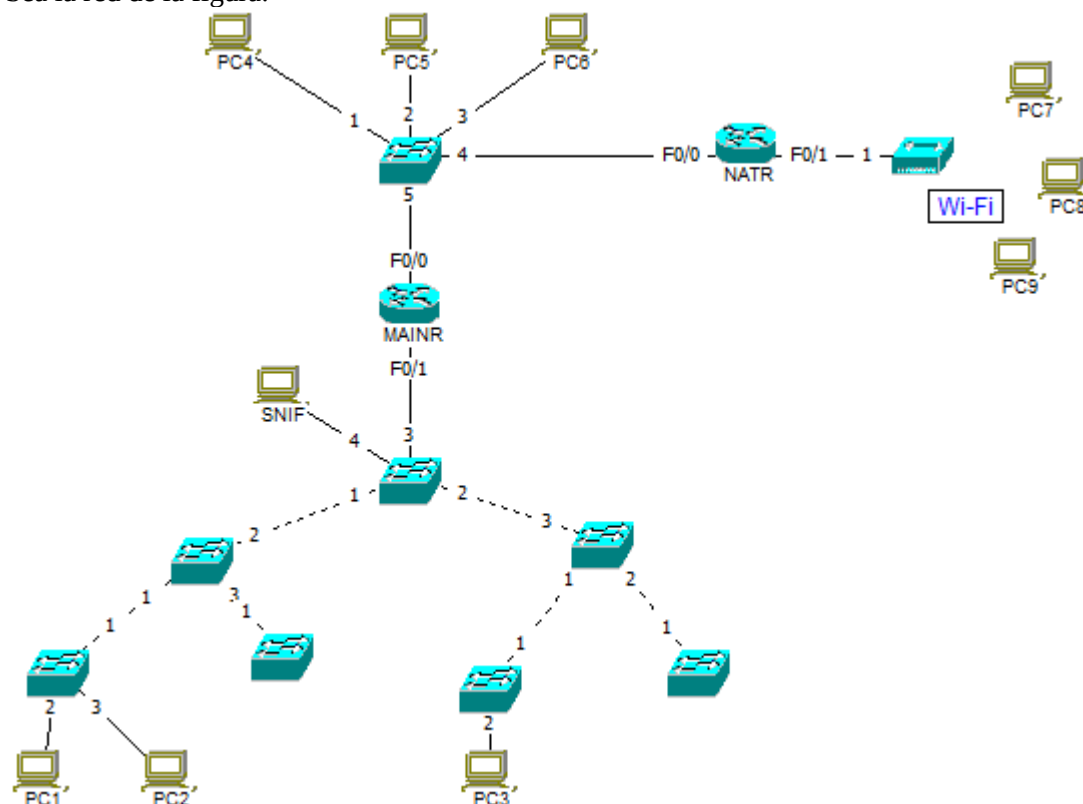
@IP interna	puerto interno	puerto externo
192.168.50.100	9100	3228
192.168.55.34	7564	3229
192.168.50.2	80	80

Indíquese con qué valores [@IP origen, @IP destino, puerto origen, puerto destino] serán reenviados los datagramas de la siguiente tabla:

@IP origen	@IP destino	puerto origen	puerto destino
192.168.55.34	223.45.67.3	7564	80
223.45.67.3	155.123.22.234	80	3229
223.45.67.3	155.123.22.234	80	3228
111.23.233.98	155.123.22.234	3445	80
192.168.50.2	111.23.233.98	80	3445

**Ej 14.**

Sea la red de la figura:

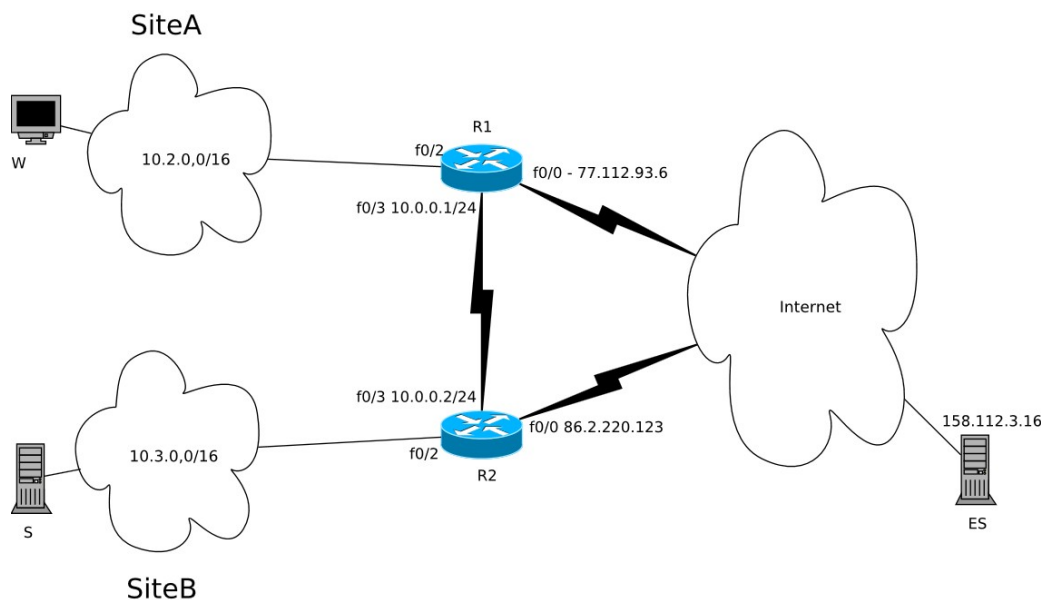


Utilizamos direcciones IP públicas en la red que queda debajo del router MAINR (llamamos a esta red “red inferior”). Estimamos que podemos tener un máximo de 800 dispositivos conectados a esta red inferior. Para la red que queda encima del router (llamada “red superior”) usamos direcciones IP públicas en la parte cableada, pero usamos una única dirección IP pública, compartida mediante NAT en el router NATR, para la parte inalámbrica. Necesitamos unas 300 direcciones en la parte cableada de la red superior y unas 150 para la parte inalámbrica.

Disponemos del conjunto de direcciones IP públicas 198.51.96.0/21 para nuestra red y, además, podemos usar libremente el bloque de direcciones IP privadas 10.0.0.0/8.

- Identifica todas las subredes de la red y asigna un bloque de direcciones IP adecuado para cada una de ellas. No desperdicias direcciones, reservando los máximos posibles para futuros usos.
- Asigna una dirección IP a las interfaces de MAINR, NATR, PC1, PC3, PC4 y PC7.
- Escribe la tabla de reenvío de MAINR. Supón que la red está desconectada de Internet.
- Escribe la tabla de reenvío del PC7.

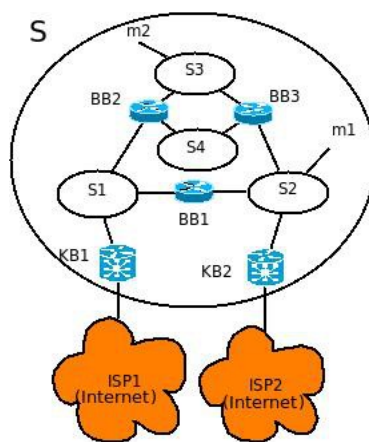
**Ej 15.** Nuestra empresa tiene dos sedes: SiteA y SiteB. Disponemos de un enlace alquilado a un proveedor de telecomunicaciones que interconecta ambas sedes. Cada sede dispone además de una conexión con un ISP diferente. El esquema de red y de direcciones IP es el que se muestra en la figura. Tened en cuenta que internamente se utilizan las direcciones 10.0.0.0/8 (10.2.0.0/16 en SiteA y 10.3.0.0/16 en SiteB). Los routers implementan NAPT (NAT con traducción de direcciones de puertos) para permitir el uso de IPs públicas.



Las direcciones de los routers de los ISPs son 77.112.93.1 (arriba) y 86.2.220.123 (abajo). Se pide:

- Asignar direcciones IP válidas a W, S, y los interfaces f0/2 de R1 y R2
- Escribir la tabla de reenvío de R1. Si necesitas información adicional, inventa valores válidos y explícalos.
- Indica los valores <Dirección IP origen, Dirección IP destino> de un datagrama enviado desde W a S cuando llegue a R1/f0/2 y cuando llegue a S.
- Indica los valores <Dirección IP origen, Dirección IP destino> de un datagrama enviado desde W a ES cuando llegue a R1/f0/2 y cuando llegue a ES.

**Ej. 16.** Sea la red S de la figura, conectada a Internet a través de dos ISP (multihoming). Y sean S1, S2, S3, y S4 subredes definidas dentro de S.



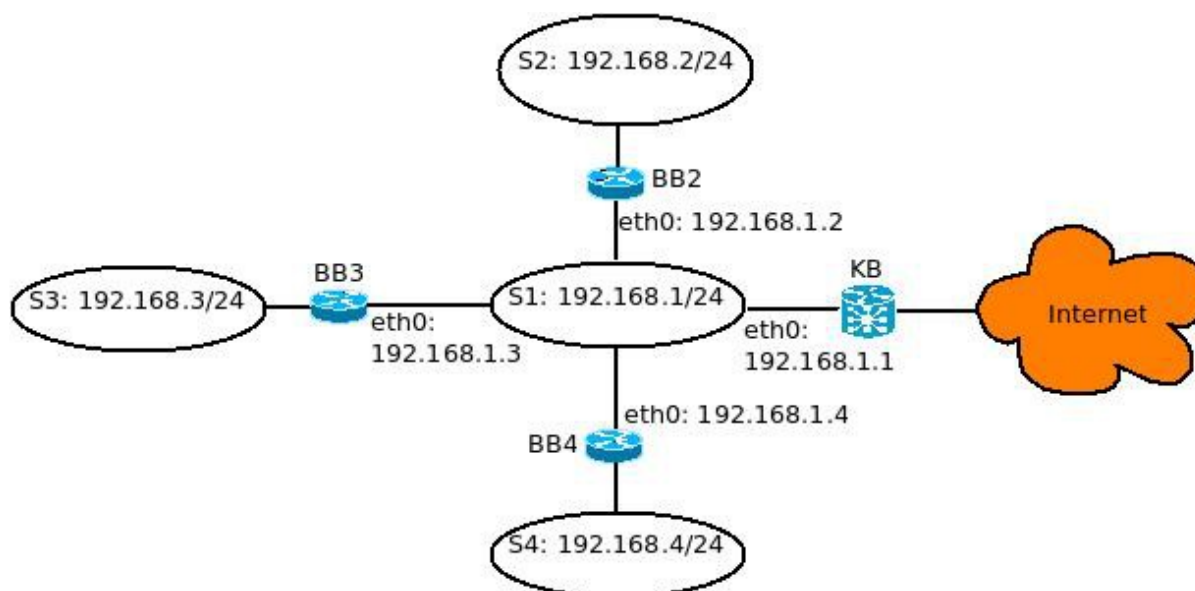
- Asignar bloques de direcciones (o prefijos) a las redes S3 y S4, teniendo en cuenta que:
  - Disponemos del bloque 158.227.128.0/18 para toda la red S.
  - S1 tiene ya asignado el bloque 158.227.128.0/20.
  - S2 tiene ya asignado el bloque 158.227.160.0/20.
  - En S3 se necesitarán 2000 direcciones.
  - En S4 se necesitarán 1000 direcciones.
  - Asigna el mínimo tamaño de bloque necesario para cada subred.

- b) ¿Es correcta la siguiente tabla de reenvío grabada en m1? Si no lo fuera, indica cómo sería la tabla correcta.

<i>Destino</i>	<i>Siguiente encaminador</i>	<i>Interfaz</i>
158.227.160.0/20	-	m1/S2
158.227.128.0/20	@BB1/S2	m1/S2
158.227.128.0/18	@BB3/S2	m1/S2
Default	@KB2/S2	m1/S2

- c) Escribe la tabla de reenvío de m2, teniendo en cuenta que:
- Los datagramas deben seguir el camino más corto para llegar a su destino.
  - El tráfico de S3 debe salir hacia Internet por el ISP1.

**Ej. 17.** Sea la red de la figura, estructurada en 4 subredes S1, S2, S3 y S4, y conectada a Internet a través del encaminador KB. La red S1 hace las veces de red troncal (o core), S2 y S3 agrupan a los usuarios de distintos perfiles, y en S4 se encuentran los servidores que dan servicio a los usuarios.



Sabemos que casi todo el tráfico que se registra en la red es el debido a los accesos de los usuarios en S2 y S3 a los servidores ubicados en S4, siendo casi residual el que circula entre usuarios, entre servidores, o entre éstos e Internet.

Se viene detectando que el funcionamiento de los servicios a los que acceden los usuarios vía red no es bueno, es decir, tarda demasiado. Alguien propone sustituir los servidores por otros más potentes, pero te encargan a ti, que eres el ingeniero de red, estudiar el problema y dictaminar si la inversión propuesta en nuevos servidores resolverá el problema.

En tu estudio has hecho dos cosas:

1. Varios traceroute (comando que nos informa de los encaminadores por los que pasa un datagrama en su camino hacia el destino) desde máquinas de usuario a distintos servidores. El resultado ha sido siempre prácticamente igual al que se recoge a continuación, hecho desde una máquina en S3:

<b>traceroute ServidorAlfa (situado en S4)</b>		
traceroute to 192.168.4.30, 30 hops max, 40 byte packets		
1	BB3.example.org (192.168.3.1)	2.316 ms 2.702 ms 2.778 ms
2	KB.example.org (192.168.1.1)	100.747 ms 103.591 ms 106.245 ms
3	BB4.example.org (192.168.1.4)	111.982 ms 116.147 ms 119.396 ms
4	ServidorAlfa.example.org (192.168.4.30)	112.108 ms 116.319 ms 119.832 ms

2. Has revisado las tablas de reenvío de los encaminadores. Son las siguientes:

**KB:**

<i>Destino</i>	<i>Siguiente encaminador</i>	<i>Interfaz</i>
192.168.1.0/24	-	KB/S1
192.168.2.0/24	192.168.1.2	KB/S1
192.168.3.0/24	192.168.1.3	KB/S1
192.168.4.0/24	192.168.1.4	KB/S1
Default	@ISP	KB/ISP

**BB2:**

<i>Destino</i>	<i>Siguiente encaminador</i>	<i>Interfaz</i>
192.168.1.0/24	-	BB2/S1
192.168.2.0/24	-	BB2/S2
Default	192.168.1.1	BB2/S1

**BB3:**

<i>Destino</i>	<i>Siguiente encaminador</i>	<i>Interfaz</i>
192.168.1.0/24	-	BB3/S1
192.168.3.0/24	-	BB3/S3
Default	192.168.1.1	BB3/S1

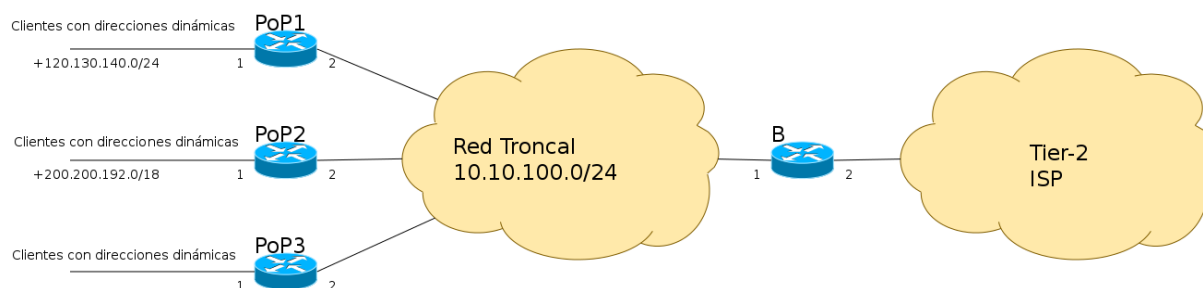
**BB4:**

<i>Destino</i>	<i>Siguiente encaminador</i>	<i>Interfaz</i>
192.168.1.0/24	-	BB4/S1
192.168.4.0/24	-	BB4/S2
Default	192.168.1.1	BB4/S1

- a) Argumenta, con los datos de que dispones, si cambiar los servidores resolverá o no el problema.
- b) Propón una solución al problema.

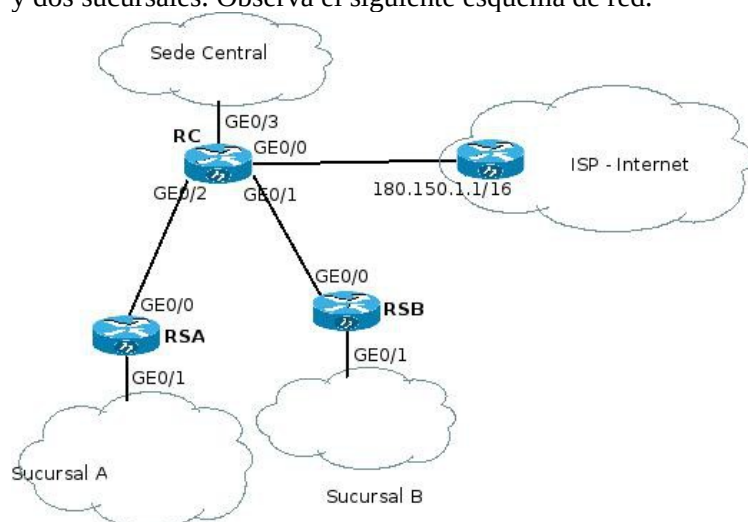


**Ej. 18.** Somos los administradores de un pequeño proveedor de Internet (ISP) con tres puntos de presencia (PoP, routers a los que se conectarán los clientes finales). Disponemos de una conexión con un proveedor de Internet Tier-2. Todos nuestros routers están interconectados a través de una red troncal interna. Gestionamos el rango de IPs públicas 158.227.0.0/16. Internamente, en la red troncal, utilizamos las direcciones 10.10.100.0/24.



- Explica por qué utilizamos en nuestra red interna un conjunto de direcciones que no forma parte del bloque público que gestionamos (158.227.0.0/16).
- Estimamos que el número de clientes activos en cada PoP nunca será mayor de 200. Cada cliente requerirá un máximo de 4 direcciones IP. Además, en el futuro, prevemos la necesidad de nuevos PoP, y por lo tanto no queremos despilfarrar direcciones IP públicas. Considerando estas restricciones, asigna a cada PoP un bloque de direcciones IP que serán asignadas dinámicamente a los clientes, mediante DHCP.
- Asigna direcciones IP a las interfaces de los routers conectados a la red interna.
- Escribe la tabla de reenvío para el router B, teniendo en cuenta los siguientes aspectos
  - Algunos PoPs tienen clientes que utilizan sus propios bloques de direcciones IP. En concreto, existe un cliente en PoP1 que utiliza el bloque 120.130.140.0/24, y otro cliente en PoP2 que utiliza el bloque 200.200.192.0/18.
  - Las interfaces de red de B son B/1 y B/2, tal y como se muestra en la figura.
  - Asume que la dirección IP del router al que está conectado B/2 es @IP
- Nuestro ISP constituye un Sistema Autónomo (AS). Internamente, utilizaremos un protocolo de reenvío intra-AS..
  - ¿Qué routers ejecutarán el protocolo BGP?
  - ¿Qué routers ejecutarán el protocolo OSPF?
- Ten en cuenta que en nuestra red troncal utilizamos el bloque de direcciones 10.10.100.0/24, el cual no es público. ¿Necesitamos implementar network address translation (NAT) en B? Explica tu respuesta.

**Ej. 19.** Eres el responsable de red y sistemas de una empresa. Dicha empresa tiene una sede central y dos sucursales. Observa el siguiente esquema de red:



Teniendo en cuenta que:

- Has adquirido el rango de direcciones IP 180.150.240.0/20 (públicas)
- La dirección IP para RC-GE0/0 es 180.150.1.10/16
- Necesitas gestionar un máximo de 200 direcciones IP en cada sucursal, y 400 en la central.
- Puede que en un futuro próximo se establezcan nuevas sucursales, y por lo tanto tengas que asignar nuevos grupos de direcciones. Por ello, realiza un reparto que facilite asignaciones futuras.
- Los enlaces que unen las sucursales con la sede central no usarán direcciones públicas.

a) Explica como realizarías el reparto de direcciones IP, indicando las asignaciones realizadas.

b) Indica la configuración de red (interfaces y tablas de reenvío) de los routers RC y RSA.

**Ej. 20.** Tenemos una conexión ADSL y disponemos de un dispositivo que aúna un router, un switch y un punto de acceso Wi-Fi. Su dirección IP pública es 203.0.2.170/24. Su puerta de enlace (la del router del ISP) es 203.0.2.1.

Internamente, nuestra red local utiliza el rango de direcciones 192.168.1.0/24. La dirección 192.168.1.1 está asignada a la interfaz de red interna (la que está conectada a la red local) del router. El router integra un servidor DHCP (asigna direcciones en el rango 192.168.1.100 - 192.168.1.200) y proporciona el servicio NAT.

Una vez que la red está configurada y en funcionamiento, conectamos vía cable y encendemos un ordenador, denominado PC1, que configura sus parámetros (valores) de red a través de DHCP.

A) ¿Qué parámetros (valores) debería recibir PC1 desde el servidor DHCP para poder realizar una configuración de red adecuada que le permita conectarse a Internet? Explica el rol de cada uno de estos parámetros e indica sus valores (cuando haya varios posibles, indica uno y razona la elección).

B) Escribe la tabla de reenvío de PC1 tras la configuración DHCP

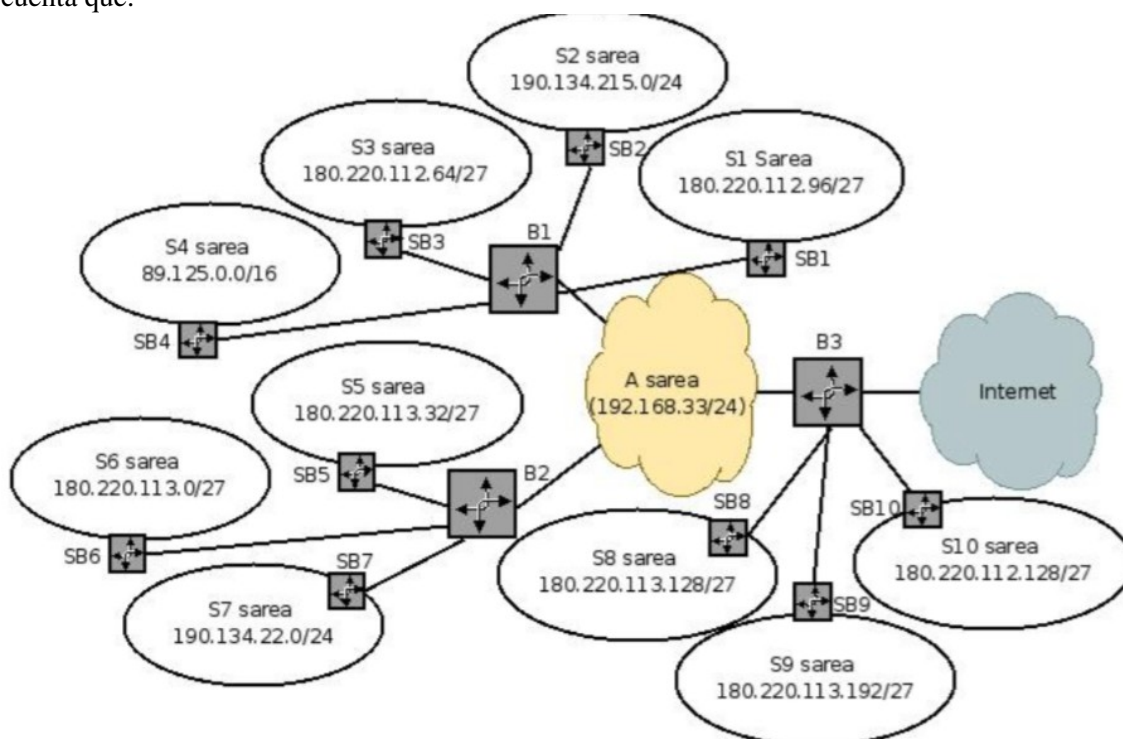
C) Por otro lado, disponemos de una herramienta que nos permite configurar diferentes aspectos del router. En el caso de NAT, podemos incluir entradas con el formato:

`<descripción, protocolo_de_transporte, puerto_interno, dirección_ip_interna, puerto_externo>`

Aprovechamos esta opción para poner en marcha un servidor web en nuestra red interna (ordenador PC2, dirección IP 192.168.1.50). Dicho servidor web será accedido por ordenadores de la red local así como por ordenadores en internet. La configuración exacta es: `<web server, TCP, 80, 192.168.1.50, 80>`

1. ¿Tiene algún efecto esta configuración en el tráfico web entre PC1 y PC2? ¿Cuál (si lo tiene)?
2. ¿Tiene algún efecto esta configuración en el tráfico web generado entre un navegador que se está ejecutando PC1 y un servidor web externo (en algún lugar en internet)? ¿Cuál (si lo tiene)?
3. ¿Sería posible configurar PC2 para que configure su red a través del servidor DHCP?
4. Si capturásemos, en el interfaz externo del router, un paquete perteneciente a una transacción HTTP desde un navegador (un PC en internet, con dirección IP 212.212.212.33, puerto 2456) hacia nuestro servidor web (PC2), ¿cuáles serían los valores de los campos <dirección\_IP\_origen, dirección\_IP\_destino, protocolo, puerto\_origen, puerto\_destino>.
5. Indica los valores para los mismo campos (<dirección\_IP\_origen, dirección\_IP\_destino, protocolo, puerto\_origen, puerto\_destino>) del mismo paquete, pero en este caso capturado en el interfaz interno del router.

**Ej. 21.** Dado el siguiente esquema de red, escribe la tabla de reenvío del encaminador B2, teniendo en cuenta que:



- Para designar las interfaces que aparecerán en la tabla, siga el siguiente patrón: *nombre\_máquina/nombre\_red*. Por ejemplo, la interfaz B1/A conectará la máquina B1 con la red A; la interfaz SB1/A conectará la máquina SB1 a través del encaminador B1 con la red A.
- Para indicar las direcciones IP de las interfaces en la tabla, utiliza el símbolo '@' delante del nombre de la interfaz. Por ejemplo, para indicar la dirección IP de la interfaz B1/A, escriba @B1/A.
- Para ser correcto, la tabla de reenvío debe ser lo más corta posible. No escribas las entradas correspondientes a los enlaces que conectan el encaminador con SB5, SB6 y SB7.

**Ej. 22.** Disponemos de un switch sencillo de 16 puertos. Los detalles de la red construida son los siguientes:

- 3 ordenadores en una VLAN en los puertos 1, 2 y 3. Sus direcciones IP están en la red 10.0.1.0/24. Utilizaremos @A1, @B1 y @C1 para referirnos a sus direcciones IP, y #A1, #B1 y #C1 para identificar sus direcciones MAC.
- 3 ordenadores en otra VLAN en los puertos 4, 5 y 6. Sus direcciones IP están en la red 10.0.2.0/24. Utilizaremos @A2, @B2 y @C2 para referirnos a sus direcciones IP, y #A2, #B2 y #C2 para identificar sus direcciones MAC.
- Los puertos restantes están vacíos.
- Las tablas de reenvío IP de los ordenadores contienen información mínima, es decir, aquella que les permite acceder a cualquier ordenador dentro de su misma red IP.

Supón que acabamos de encender tanto los ordenadores como el switch y que suceden los siguientes eventos (uno inmediatamente después de otro):

1. Se ejecuta una aplicación en A1 que genera un datagrama con destino B1.
2. Dicha aplicación (en A1) genera un segundo datagrama IP con destino B1.
3. La aplicación (en A1) genera un datagrama con destino B2.

Para cada uno de estos tres eventos:

- a. Explica como se gestionará el datagrama, el número de tramas Ethernet que se generarán, sus direcciones MAC de origen y destino, así como sus tipos Ethernet.
- b. Indica qué ordenadores recibirán, a través de sus interfaces de red, copias de las tramas.
- c. Indica los cambios que se producirán en la tabla del *switch*.

Utiliza una tabla como la siguiente para cada evento:

Origen	Destino	Tipo	¿Quién la recibe?	Cambios en la tabla del switch	Notas/Explicaciones

**Ej. 23.** En nuestra LAN doméstica tenemos un switch Ethernet de 8 puertos. Tenemos los siguientes dispositivos conectados al switch:

- Ordenador P. Su dirección MAC es #P, y su dirección IP es @P.
- Ordenador L. Su dirección MAC es #L, y su dirección IP es @L.
- Un router con dos interfaces de red. Una está conectada al switch (dirección MAC #RI, dirección IP @RI=192.168.112.1). La otra interfaz está conectada a un modem ADSL (dirección MAC #RE, y dirección IP @RE=112.112.112.1).

Las direcciones IP internas están en la subred 192.168.112.0/22.

a) Responde a las cuestiones relacionadas con las direcciones IP utilizadas en la red local (LAN).:

1. La máscara, en notación decimal.
2. La dirección de red y la dirección de difusión (*broadcast*) de la red.
3. El identificador de máquina (host) en binario de 192.168.113.35
4. El rango completo de direcciones host válidas.
5. El número máximo de hosts en la red.

b) Decidimos conectar a uno de los puertos libres, un ordenador que ejecuta Wireshark (un sniffer), para capturar paquetes de red.

Supón que todos los dispositivos están apagados. Procedemos entonces a encender el switch, el sniffer, el router, P y L. Supón que se da la siguiente secuencia:

1. P envía un ping a L.
2. P envía un ping a un ordenador C en Internet.
3. L envía un ping a P.

Escribe una lista, indicando el intercambio de tramas en nuestra LAN producido por cada evento de la secuencia, así como su efecto en el *switch*. Además, indica si la trama será o no capturada por el *sniffer*.

Evento	Explicación	Efecto en el <i>switch</i>	Capturado por el <i>sniffer</i> (Sí/No)

**Ej. 24** Tienes que gestionar una red que está en explotación, pero no está documentada, así que tu primera tarea será hacer un esquema de esa red. Tu fuente de información serán las tablas de reenvío de los encaminadores (*routers*) de la red, que son tres. Estas son sus tablas:

R1:

@destino	Sig. encaminador	interfaz
10.0.0.0/24	-	f0/0
192.0.2.0/27	10.0.0.2	f0/0
192.0.2.32/27	10.0.0.2	f0/0
192.0.2.64/27	10.0.0.2	f0/0
192.0.2.128/26	10.0.0.3	f0/0
172.16.1.32/30	-	s0/1
default	172.16.1.33	s0/1

R2:

@destino	Sig. encaminador	interfaz
10.0.0.0/24	-	f0/0
192.0.2.0/27	-	f0/1
192.0.2.32/27	-	f0/2
192.0.2.64/27	-	f0/3
192.0.2.128/26	10.0.0.3	f0/0
default	10.0.0.1	f0/0

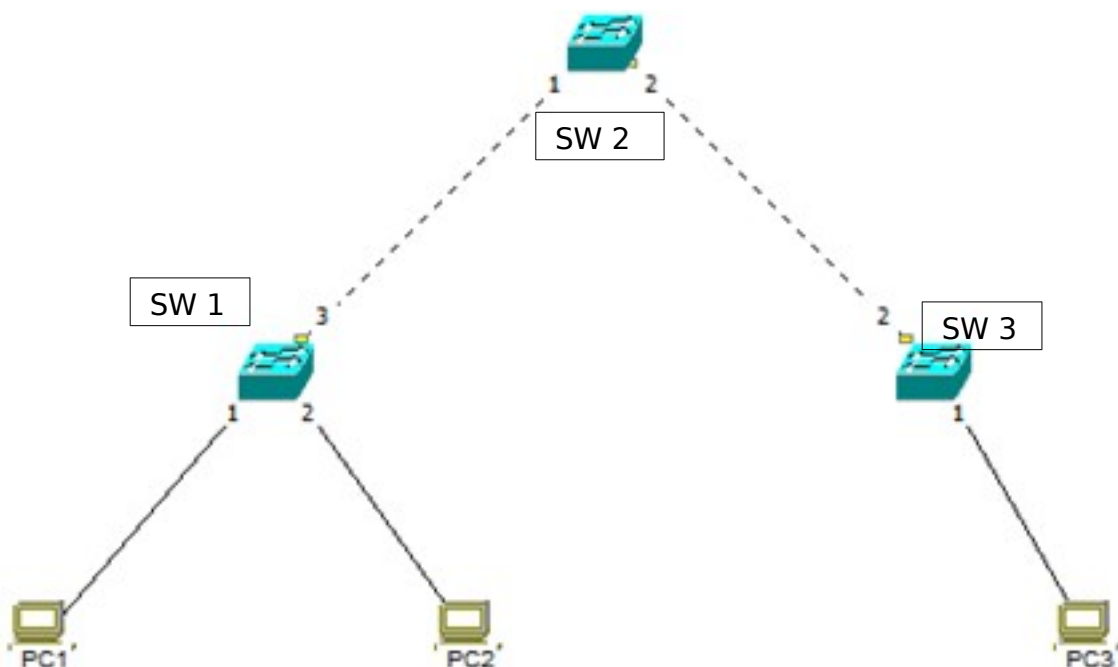
R3:

@destino	Sig. encaminador	interfaz
10.0.0.0/24	-	f0/0
192.0.2.128/26	-	f0/1
192.0.2.0/27	10.0.0.2	f0/0
192.0.2.32/27	10.0.0.2	f0/0
192.0.2.64/27	10.0.0.2	f0/0
default	10.0.0.1	f0/0

Además sabes que la red gestiona el bloque de direcciones públicas 192.0.2.0/24 y que está conectada a Internet.

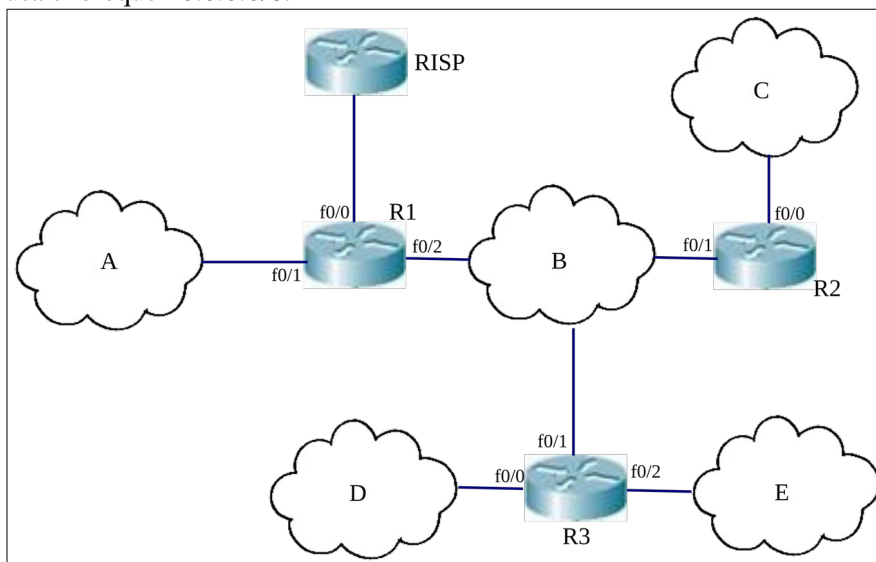
- Haz un esquema de red donde queden identificadas las subredes IP y los routers que las interconectan, identificando cada interfaz con su nombre local y su dirección IP. En el caso de las interfaces de los routers cuyas direcciones IP no aparezcan en las tablas de reenvío, asígnales una dirección IP válida.
- Te das cuenta que, gracias al supernetting, puedes reducir el número de entradas del encaminador R1. Indica cómo quedará la tabla en ese caso.
- Se van a incorporar 50 nuevos servidores a la red, que deben usar direcciones IP públicas.
  - ¿En cuál o cuáles de las subredes actualmente en servicio podrías conectar esos servidores, teniendo en cuenta que todos los servidores han de estar en la misma subred?
  - Supongamos que en la red que has escogido ya hay muchos dispositivos conectados y solo quedan 10 direcciones IP disponibles. Por ello, para alojar los nuevos servidores, se van a instalar nuevos conmutadores (switch) que conformarán una nueva subred que conectaremos a R3 en su interfaz f0/2, actualmente no usada.
    - Usando las direcciones públicas que gestionas en tu red, asigna una dirección a esa nueva subred.
    - Explica qué cambios harás a las tablas de encaminamiento originales de R1 y R2 a raíz de la incorporación de la nueva subred.

**Ej. 25** Sea la siguiente red local Ethernet con estructura de árbol, donde tenemos 3 *switches* (SW1, SW2 y SW3) y 3 PCs (PC1, PC2 y PC3), y todas las interfaces y cables cumplen el estándar 100Base-T.



- Sabiendo que a nivel IP todas las interfaces están en el rango 10.0.0.0/16, asigna una dirección válida a la interfaz de PC1, PC2, y PC3.
- Supón que acabamos de encender todos los dispositivos (switches y PCs) y que estos están listos para operar (las interfaces están configuradas). En este momento PC1 envía un ping a PC3, y a continuación PC2 envía un ping a PC3. Explica en detalle los efectos del PRIMER PING en las tablas de los switches, y en las tablas ARP de los PCs. ¿Qué tramas se intercambian? ¿Con qué propósito?
- Indica las tablas de ARP de PC1, PC2, y PC3, así como las tablas de los switches (SW1, SW2, y SW3) inmediatamente después de completar ambos pings. Para indicar la dirección MAC de una interfaz, por ejemplo la del PC1, utiliza #PC1.

**Ej. 26** Sea la red de la figura, dividida en 5 subredes con 3 encaminadores (routers). El router R1 se conecta a Internet a través del router de su ISP (RISP) mediante un enlace con direcciones 89.133.57.64/30. La entidad dispone del conjunto de direcciones públicas 158.227.44.0/22 para su red. Todas las máquinas de usuario y servidores deben ser accesibles desde Internet. Si necesitas direcciones privadas, usa el bloque 10.0.0.0/8.



- La red A es para los servidores y contiene no más de 50.
- La red B no tiene ningún dispositivo conectado, salvo los encaminadores R1, R2 y R3, ya que solo sirve para conectar las redes entre sí.
- La red C es la oficina central con unos 300 ordenadores conectados.
- Las redes D y E son dos sucursales con no más de 100 ordenadores conectados en cada una de ellas.

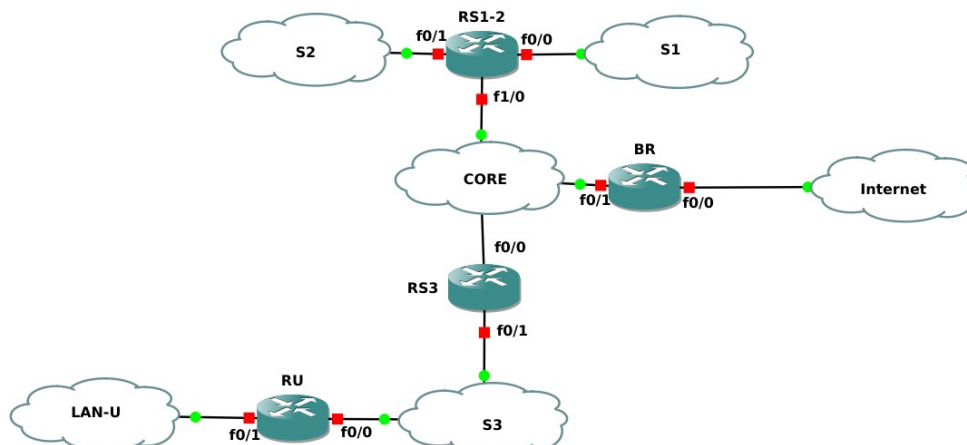
a) Asigna un conjunto de direcciones a cada una de las subredes de la red, usando para ello el mínimo número de direcciones públicas posibles. Ten en cuenta que no se va a usar NAT y que solo las máquinas de usuario necesitarán acceder a Internet.

b) Asigna una dirección IP a las interfaces de todos los encaminadores (salvo RISP).

c) Rellena la tabla de reenvío de un ordenador conectado a la red C.

d) Rellena la tabla de reenvío del encaminador R1 utilizando el menor número de entradas posible.

**Ej. 27** Observa la red de la figura. Incluye 3 redes de área local (LAN) para servidores llamadas S1, S2 y S3. Estas redes utilizan direcciones IP públicas y están conectadas a través de la red CORE. La red LAN-U, para equipos de los empleados, utiliza direcciones IP privadas y se conecta con el exterior usando NAT en el encaminador (router) RU.



Disponemos del bloque de direcciones IP públicas 192.0.2.0/24. Para las direcciones IP privadas puedes usar el bloque de direcciones privadas que prefieras. Ten en cuenta que:

- S1 y S2 dispondrán de no más de 25 servidores cada una.
- S3 dispondrá de no más de 60 servidores.
- La red LAN-U dispondrá de hasta 1000 PCs.
- La red CORE solo se usa para interconectar redes y no hay ningún host conectado a ella.
- La dirección IP de la interfaz f0/0 de BR es 203.0.113.65.

a) Realiza un reparto de direcciones IP para las 5 redes de la figura (S1, S2, S3, CORE y LAN-U). No desperdicias direcciones IP.

b) Asigna direcciones IP a las interfaces de los routers, siguiendo el reparto que has realizado en el apartado anterior.

c) Rellena la tabla de reenvío de RS3. Si es posible, reduce el número de entradas usando agregación de rutas (supernetting).

**Ej. AUTOEVALUACIÓN.** Asociar los siguientes acrónimos y términos con la definición correspondiente. Hay que tener en cuenta que algunas definiciones coinciden con más de un término o acrónimo.

Ruta por defecto	IANA	NAT
BGP	Máscara de red	LIR
Tabla ARP	TTL	Tabla de encaminamiento
Prefijo	RIP	Dirección IPv6 unicast global
OSPF	Tráfico descentente (downstream)	Encaminador externo
Subnetting	Tabla de reenvío	Dirección de red
Sistema autónomo	Encaminador interno	Dirección IP para difusión local
Supernetting	Siguiente salto	Multihoming
Dirección IPv6 link-local	Dirección Multicast	Tráfico ascendente (upstream)
Algoritmo de encaminamiento	DHCP	RIR
Dirección IP privada	Autoconfiguración con estado	Túnel IPv6
Dirección anycast	Número de protocolo	Protocolo de encaminamiento



Dirección IP		Localhost		Autoconfiguración sin estado	
ICMP		Dirección de difusión en red		Gateway	

- (1) Siguiente encaminador en la ruta de un datagrama o, al final de la ruta, la máquina de destino.
- (2) Número que consta de 32 bits y que identifica una tarjeta de red.
- (3) Tablas construidas por los algoritmos de encaminamiento basándose en la información intercambiada entre los routers vecinos por los protocolos de encaminamiento.
- (4) Parte inicial de una dirección IP que sirve para identificar la red.
- (5) Elemento que indica cuál es la parte del prefijo de una dirección IP.
- (6) Dividir un rango de direcciones IP en varios subconjuntos expandiendo el prefijo.
- (7) Unir varias direcciones IP reduciendo el prefijo.
- (8) Tabla utilizada para conocer por dónde y hacia quién debe enviarse un datagrama. En inglés, *forwarding table*.
- (9) Dirección IP especial que indica siempre la propia máquina.
- (10) Dirección IP especial que establece todos los bits del identificador de máquina a 0.
- (11) Técnica para enviar tráfico IPv6 a través de una red IPv4.
- (12) Dirección IP reservada para comunicaciones privadas. Los encaminadores de Internet no las reenvían.
- (13) Dirección IP especial que establece todos los bits del identificador de máquina a 1.
- (14) Dirección IP que identifica todas las interfaces de la red local (255.255.255.255).
- (15) Organización que asigna las direcciones IP en todo el mundo.
- (16) Cada una de las entidades que asignan direcciones IP a distribuidores locales de direcciones IP.
- (17) Distribuidor local de direcciones IP que asignan directamente direcciones IP a los usuarios.
- (18) Tener más de una conexión ascendente en una red.
- (19) Protocolo utilizado para asignar dinámicamente direcciones IP.
- (20) Tabla para la traducción de las direcciones IP y físicas de nuestra red.
- (21) Campo en la cabecera del datagrama, que indica los pasos que puede llevar a cabo en la red.
- (22) Encaminador para salir de una red.
- (23) Última opción de envío en un encaminador.
- (24) Tráfico desde nuestra red hacia Internet.
- (25) Tráfico desde Internet hacia nuestra red.
- (26) Algoritmos para actualizar las tablas de routing.
- (27) Protocolos para el intercambio de información de encaminamiento.
- (28) Cada sistema independiente que se encarga de su propio encaminamiento interno.
- (29) Encaminador que conecta sistemas autónomos.
- (30) Encaminador que conecta redes de un mismo sistema autónomo.
- (31) Protocolo de encaminamiento interno.
- (32) Protocolo de encaminamiento externo.
- (33) Campo de la cabecera IP que indica a qué protocolo corresponde la información que transporta el datagrama.
- (34) Protocolo para el intercambio de mensajes de control en redes IP.
- (35) Técnica para permitir la comunicación por Internet a máquinas que usan direcciones IP privadas.
- (36) Dirección IPv6 para la comunicación con máquinas de la misma red local.
- (37) Direcciones IPv6 para comunicación con toda Internet.
- (38) Dirección IP que identifica a varios objetivos, la información debe enviarse a todos los objetivos.
- (39) Dirección IP que identifica a varios objetivos, la información debe enviarse a un solo objetivo de ellos.
- (40) Autoconfiguración global de IPv6 a través de la puerta de enlace.
- (41) Autoconfiguración global de IPv6 a través de un servidor DHCP.

**SOLUCIONES:****Ej. 1.**

- a) A 4 usuarios.
- b) UDP y TCP: Transporte. RIP e ICMP: IP.
- c) Cuatro. Los datagramas 2,3, y 4 serán re-ensamblados antes de la entrega

**Ej. 2.**

La máscara es /20 (11111111.11111111.11110000.00000000).

- a) Sí
- b) En notación binaria: 0000.00101000 y 0010.00101000

**Ej. 3.**

- a) Red=194.224.96.0/19. Máquina: 01110.10000001
- b) 8190 ( $2^{13} - 2$ )
- c) La primera no, la segunda sí.
- d) Puede ser un router con dos interfaces (adaptadores) de red.

**Ej. 4.**

- a) Para formar 4 subredes solo son necesarios dos bits adicionales. Como distribuimos el espacio de forma uniforme, usaremos máscaras de 18 bits ( $16 + 2$ ):
  - SUBRED A: 190.113.0.0/18
  - SUBRED B: 190.113.64.0/18
  - SUBRED C: 190.113.128.0/18
  - SUBRED D: 190.113.192.0/18
- b) 190.113.127.154 pertenece a la subred B
- c) El router tiene 4 enlaces  $\rightarrow$  4 interfaces  $\rightarrow$  4 direcciones IP. Posible configuración:
  - interfaz 0, subred A, dirección: 190.113.0.1
  - interfaz 1, subred B, dirección: 190.113.64.1
  - interfaz 2, subred C, dirección: 190.113.128.1
  - interfaz 3, subred D, dirección: 190.113.192.1
- d) La tabla de reenvío para la máquina 190.113.127.154 (estaría en la subred AB) sería

DESTINO	SIGUIENTE ENC.	INTERFAZ
190.113.64.0/18	-	0
Default	190.113.64.1	0

Para el router (encaminador):

DESTINO	SIGUIENTE ENC.	INTERFAZ
190.113.0.0/18	-	0
190.113.64.0/18	-	1
190.113.128.0/18	-	2
190.113.192.0/18	-	3

**Ej. 5.**

(A)

160.200.113.0/23

(B)

a) no, b) sí, c) sí, d) no, e) no, f) no, g) sí, h) no, i) sí, j) sí, k) no, l) no, m) sí, n) sí.

**Ej. 6.**

Por la interfaz FastEth0. La dirección “cuadra” con todas las entradas, por lo que se selecciona la última ya que consta de la máscara más larga.

**Ej. 7.**

- a) 158.227.143.210: 2<sup>a</sup>
- b) 158.227.130.112: 3<sup>a</sup>
- c) 158.227.192.1: 4<sup>a</sup>
- d) 158.227.192.2: default
- e) 158.227.133.32: 2<sup>a</sup>

**Ej. 8.**

Tenemos la siguiente restricción respecto al espacio de direcciones:

$$E = S = K = 2P = 2Z.$$

Una posible distribución sería:

- E: 135.220.201.0/26
- S: 135.220.201.64/26
- K: 135.220.201.128/26
- P: 135.220.201.192/27
- Z: 135.220.201.224/27

Direcciones para los interfaces de los routers:

- @B1/E : 135.220.201.1
- @B1/S: 135.220.201.65
- @B1/K : 135.220.201.129
- @B2/K : 135.220.201.130
- @B2/P : 135.220.201.193
- @B2/Z : 135.220.201.225

Para las máquinas:

- a) m1: 135.220.201.131 (en K)
- b) m2: 135.220.201.194 (en P)

Tablas de reenvío

B1:

DESTINO	SIGUIENTE ENC.	INTERFAZ
135.220.201.0/26	-	B1/E
135.220.201.64/26	-	B1/S
135.220.201.128/26	-	B1/K
135.220.201.192/26	135.220.201.130	B1/K
Default	@ISP	B1/I

B2:

DESTINO	PRÓXIMO GATEWAY	INTERFAZ
135.220.201.192/27	-	B2/P
135.220.201.224/27	-	B2/Z
135.220.201.128/26	-	B2/K
default	135.220.201.129	B2/K

M1:

DESTINO	PRÓXIMO GATEWAY	INTERFAZ
135.220.201.128/26	-	M1/K
135.220.201.192/26	135.220.201.130	M1/K
default	135.220.201.129	M1/K

M2:

DESTINO	PRÓXIMO GATEWAY	INTERFAZ
135.220.201.192/27	-	M2/P
default	135.220.201.193	M2/P

**Ej. 10.**

Tener en cuenta la regla de la mascara más larga.

Destino	Próximo router	Comentario
155.233.32.0/20	@E1	(32 = <b>00100000</b> )
155.233.16.0/20	@E2	(16 = <b>00010000</b> )
155.233.24.0/23	@E1	(24 = <b>00011000</b> )

**Ej. 11.**

- a) FE80::1A0:F4:B14:4581      Unicast link-local
- b) ::FFFF:158.227.112.3      IPv4 mapeada
- c) FF44:1552:293:1::4AB7:92A0      Multicast

**Ej. 12.**

Después de la reconfiguración, la dirección de la interfaz debería ser  
BB09:E440:98:8A03:E903::12:C267/64

El cambio ha modificado el prefijo de la dirección.

**Ej. 13.**

@IP origen	@IP destino	puerto origen	puerto destino
155.123.22.234	223.45.67.3	3229	80
223.45.67.3	192.168.55.34	80	7564
223.45.67.3	192.168.50.100	80	9100
111.23.233.98	192.168.50.2	3445	80
155.123.22.234	111.23.233.98	80	3445

**Ej. 14.**

a)

Nombre de subred	Dirección y máscara
Inferior	198.51.96.0/22
Superior cableada	198.51.100.0/23
Superior inalámbrica	10.0.0.0/24
Libres	198.51.102.0/23

b)

MAINR F0/0: 198.51.100.1 // MAINR F0/1: 198.51.96.1

NATR F0/0: 198.51.100.2 // NATR F0/1: 10.0.0.1

PC1: 198.51.96.11 // PC3: 198.51.96.13 // PC4: 198.51.100.14

PC7: 10.0.0.17

c)

Red de destino y máscara	Siguiente encaminador	Interfaz
198.51.96.0/22	-	F0/1
198.51.100.0/23	-	F0/0

Nota: No hay entrada para la red Wifi ya que, al usar NAT, todos los datagramas dirigidos a la red Wifi llevan como dirección de destino 198.51.100.2.

d)

Red de destino y máscara	Siguiente encaminador
10.0.0.0/24	-
default	10.0.0.1

**Ej. 15.**

a) W: 10.2.0.2/16, S: 10.3.0.2/16, R1/f0/2: 10.2.0.1/16, R2/f0/2: 10.3.0.1/16

b)

Destino	Siguiente encaminador	Interfaz
10.2.0.0/16	-	f0/2
10.0.0.0/24	-	f0/3
10.3.0.0/16	10.0.0.2	f0/3
default	77.112.93.1	f0/0

c) &lt;10.2.0.2, 10.3.0.2&gt; → &lt;10.2.0.2, 10.3.0.2&gt;

d) &lt;10.2.0.2, 158.112.3.16&gt; → &lt;77.112.93.6, 158.112.3.16&gt;

**Ej. 16.**

a) S3: 158.227.152.0/21 S4: 158.227.188.0/22

b) Es correcta. La tercera entrada dirigirá el tráfico con destino S3 y S4 a través de @BB3/S2 en base a la regla de la máscara más larga.

c) Tabla de reenvío de m2:

Destino	Siguiente encaminador	Interfaz
158.227.152.0/21 (S3)	-	m2/S3
158.227.160.0/20 (S2)	@BB3/S3	m2/S3
Default	@BB2/S3	m2/S3

Otra opción sería dirigir el tráfico hacia S4 a través de BB3. Es mas claro, pero implica añadir una entrada más en la tabla.

**Ej. 17.**

- El problema está en la configuración de la red. Todos los envíos entre S2, S3 y S4 se encaminan primero hacia KB, lo cual, en principio, no tiene sentido.
- Habría que cambiar las tablas de reenvío para que el tráfico interno no pase por KB.

**Ej. 18.**

- La red interna no debería conectarse a internet. No necesitan direcciones públicas. Pero si que necesitan direcciones IP válidas. Por lo tanto, el bloque 10.0.0.0/8 sería adecuado.
- Necesitamos 800 direcciones para cada PoP. Necesitamos 10 bits para la identificación de hosts ( $2^9 - 2 = 510$  no sería suficiente, pero si  $2^{10} - 2 = 1022$ ). Como tenemos  $32 - 16 = 16$  bits para los equipos de la red, podemos reservar 6 bits para identificar las redes y 10 para los equipos finales:
  - 158.227.0.0/22 para PoP1 (tercer byte: 000000 00)
  - 158.227.4.0/22 para PoP2 (tercer byte: 000001 00)
  - 158.227.8.0/22 para PoP3 (tercer byte: 000010 00)
  - Fíjate que hay direcciones que no han sido utilizadas (sobran)
- Una posible asignación
  - PoP1/2: 10.10.100.1/24
  - PoP2/2: 10.10.100.2/24
  - PoP3/2: 10.10.100.3/24
  - B/1: 10.10.100.4/24
- Tabla de reenvío para B

Destino	Siguiente encaminador	Interfaz	Comentario
10.10.100.0/24	-	B/1	Accesible directamente
158.227.0.0/22	10.10.100.1	-	Ruta a través de PoP1
120.130.140.0/24	10.10.100.1		Ruta a través de PoP1
158.227.4.0/22	10.10.100.2	-	Ruta a través de PoP2
200.200.192.0/18	10.10.100.2		Ruta a través de PoP2
158.227.8.0/22	10.10.100.3	-	Ruta a través de PoP3
Default	@ISP	-	Por defecto

- Sólo B necesita ejecutar BGP, informando los rangos de nuestra red. Todos los routers internos ejecutarán OSPF.
- No necesitamos implementar NAT porque, tal y como hemos indicado anteriormente, los equipos de la red interna no van a intercambiar nunca datagramas IP con equipos del exterior (Internet). Nuestros clientes utilizan direcciones IP públicas, y por lo tanto sus envíos serán encaminados sin problemas.

**Ej. 19.**

- Una opción:
  - Subred Central: 180.150.240.0/23
  - Subred Sucursal A: 180.150.242.0/24
  - Subred Sucursal B: 180.150.243.0/24

b)

RC -&gt; GE0/0: 180.150.1.10/16 GE0/1: 10.0.0.1/24 GE0/2: 10.0.1.1/24 GE0/3: 180.150.240.1/23

Destino	Siguiente Encaminador	Interfaz
180.150.0.0/16	-	GE0/0
10.0.0.0/24	-	GE0/1
10.0.1.0/24	-	GE0/2
180.150.240.0/23	-	GE0/3
180.150.242.0/24	10.0.1.2	GE0/2
180.150.243.0/24	10.0.0.2	GE0/1
Default	180.150.1.1	GE0/0

RSA: GE0/0: 10.0.1.2/24 GE0/1: 180.150.242.1/24

Destino	Siguiente Encaminador	Interfaz
10.0.1.0/24	-	GE0/0
180.150.242.0/24	-	GE0/1
Default	10.0.1.1	GE0/0

**Ej. 20.**

A) Dirección IP, máscara y encaminador por defecto (puerta de enlace). El primero es para asignar una dirección única (aunque sea dentro de la LAN). El segundo para configurar en la tabla de reenvío la entrada para acceder a los equipos en la misma LAN. El tercero, para salir a Internet. Posibles valores: 192.168.1.100/24, puerta de enlace 192.168.1.1.

B)

Dirección Destino	Siguiente encaminador	Interfaz
192.168.1.0/24	-	Eth0
Default	192.168.1.1	Eth0

C) Al añadir una entrada estática para NAT, todo el tráfico externo con peticiones web se redirige a un equipo concreto, el 192.168.1.50 (puerto 80).

1. No afecta en nada. PC1 y PC2 están en la misma subred, y la comunicación no es objeto de NAT.
2. Tampoco en nada. PC1 genera tráfico saliente (con puertos arbitrarios) hacia servidores web externos, y las peticiones/respuestas serán tratadas de la forma habitual por NAT -- la regla no afectará porque no se aplica a direcciones internas distintas de 192.168.1.50.
3. Puesto que la configuración NAT estática indica que el servidor está de manera fija en el puerto 80 de 192.168.1.50, no sería posible asignar direcciones IP locales dinámicas a dicho servidor: eso exigiría cambiar la configuración
4. 212.212.212.33, TCP, 203.0.2.170, 2456, 80
5. 212.212.212.33, TCP, 192.168.1.50, 2456, 80

**Ej. 21.**

Tabla de reenvío de B2

@Destino	Siguiente encaminador	Interfaz
192.168.33/24	-	B2/A
180.220.113.32/27 (S5)	@SB5/A	B2/S5
180.220.113.0/27 (S6)	@SB6/A	B2/S6
190.134.22.0/24 (S7)	@SB7/A	B2/S7
180.220.112.64/26 (S1+S3)	@B1/A	B2/A
190.134.215.0/24 (S2)	@B1/A	B2/A
89.125.0.0/16 (S4)	@B1/A	B2/A
default	@B3/A	B2/A

**Ej. 22.**

**Evento 1:** Se necesitan tres tramas: dos con mensajes ARP para obtener la relación @B1/#B1, y otra para proceder al envío del datagrama

Origen	Destino	Tipo	¿Quién la recibe?	Cambios en la tabla del switch	Notas/Explicaciones
#A1	#broadcast	ARP	A1, B1, C1	A1 en puerto 1	El switch aprende “donde está” A1
#B1	#A1	ARP	A1	B1 en puerto 2	El switch aprende “donde está” B1
#A1	#B1	IP	B1		El switch ya sabe “donde está” B1

**Evento 2:** ARP no es necesario (la relación @B1/#B1 ya está guardada en la tabla ARP de A1)

#A1	#B1	IP	B1	Ninguno	El switch ya sabe “donde está” B1
-----	-----	----	----	---------	-----------------------------------

**Evento 3:** No se generará ninguna trama porque, a nivel IP, el ordenador A1 no tiene información sobre una ruta válida para alcanzar los ordenadores fuera de su red 10.0.1.0/24 (B2 está en una red diferente).

**Ej. 23.**

a)

1. 255.255.252.0
2. 192.168.112.0, 192.168.115.255
3. 01 00100011
4. 192.168.112.1 - 192.168.115.254
5.  $(2^{10}) - 2 = 1022$

b)

Evento	Explicación	Efecto en el switch	Capturado sniffer
1	Solicitud ARP: P pregunta (broadcast) por la dirección MAC de L	Aprende dónde está P	Sí
1	Respuesta ARP: L responde	Aprende dónde está L	No
1	Echo Request: Envío Ping de P a L	Ninguno	No
1	Echo reply: Respuesta Ping de L a P	Ninguno	No

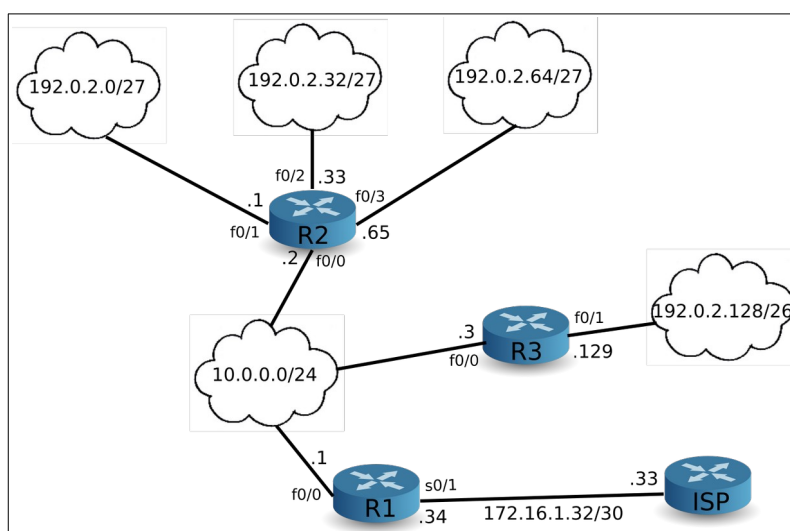


2	Solicitud ARP: P pregunta (broadcast) por la dirección MAC de RI	Ninguno	Sí
2	Respuesta ARP: RI responde	Aprende dónde está RI	No
2	Echo Request: Envío Ping de P a RI	Ninguno	No
2	Echo reply: Respuesta Ping de RI a P	Ninguno	No
3	Echo Request: Envío ping de L a P	Ninguno	No
3	Echo reply: Respuesta Ping de P a L	Ninguno	No

**Nota:** Suponemos que al responder a una solicitud ARP se guarda la dirección del solicitante en la tabla ARP de quien responde.

## Ej. 24

a)



b)

@destino	Sig. encaminador	interfaz
10.0.0.0/24	-	f0/0
192.0.2.0/25	10.0.0.2	f0/0
192.0.2.128/26	10.0.0.3	f0/0
172.16.1.32/30	-	s0/1
default	172.16.1.33	s0/1

c)

- Para ubicar 50 servidores necesitamos una máscara de 26 o menos, por lo que la única subred con direcciones públicas de ese tamaño es 192.0.2.128/26.
  - Quedan libres dos bloques de direcciones IP públicas: 192.0.2.96/27 y 192.0.2.192/26. El único con tamaño suficiente para albergar los 50 servidores es el segundo: 192.0.2.192/26.
  - Habría que añadir una nueva entrada con “192.0.2.192/26 | 10.0.0.3 | f0/0” o mejor, haciendo supernetting, sustituir la entrada “192.0.2.128/26 | 10.0.0.3 | f0/0” por la entrada “192.0.2.128/25 | 10.0.0.3 | f0/0”

**Ej. 25**

- a) Una posible asignación: PC1 (10.0.0.1/16), PC2 (10.0.0.2/16), PC3 (10.0.0.3/16).
- b) Los ordenadores se acaban de encender, y por lo tanto las tablas ARP están vacías. Al ejecutar el comando PING, el PC1 enviará previamente un ARP Request para conocer la dirección MAC asociada a la dirección IP 10.0.0.3, y este (PC3) responderá con un ARP Reply (además de almacenar en su tabla ARP la tupla <10.0.0.1, #PC1>. Además, los conmutadores aprenderán “por donde” vienen las tramas de PC1 y PC3. Una vez obtenida la información de la MAC vía ARP se enviará un ICMP echo-request desde el PC1 al PC3, y este responderá con un ICMP echo-reply.
- c) Tabla ARP del PC1: <10.0.0.3, #PC3>  
 Tabla ARP del PC2: <10.0.0.3, #PC3>  
 Tabla ARP del PC3: <10.0.0.1, #PC1> y <10.0.0.2, #PC2>  
 Tabla SW1: Puerto 1 (#PC1), Puerto 2 (#PC2), Puerto 3 (#PC3)  
 Tabla SW2: Puerto 1 (#PC1 y #PC2), Puerto 2 (#PC3)  
 Tabla SW3: Puerto 1 (#PC3), Puerto 2 (#PC1, #PC2)

**Ej. 26**

- a) Un posible reparto es el siguiente:

Red C: [0] 158.227.44.0/23

Red D: [10 0] 158.227.46.0/25

Red E: [10 1] 158.227.46.128/25

Red A: [11 00] 158.227.47.0/26

Red B: 10.0.0.0/29 (no hay ningún ordenador, por lo que puede usar direcciones privadas)

- b) Una posible asignación:

R1 f0/0: 89.133.57.66, R1 f0/1: 158.227.47.1, R1 f0/2: 10.0.0.1, R2 f0/0: 158.227.44.1

R2 f0/1: 10.0.0.2, R3 f0/0: 158.227.46.1, R3 f0/1: 10.0.0.3, R3 f0/2: 158.227.46.129

- c)

Red de destino	Siguiente encaminador
158.227.44.0/23	-
default	158.227.44.1

- d)

Red de destino	Siguiente encaminador	Interfaz
158.227.47.0/26	-	f0/1
89.133.57.64/30	-	f0/0
10.0.0.0/29	-	f0/2
158.227.44.0/23	10.0.0.2	f0/2
158.227.46.0/24	10.0.0.3	f0/2
default	89.133.57.65	f0/0

**Ej. 27**

a) Una posible solución sería la siguiente:

- S3: 192.0.2.0/26
- S1: 192.0.2.64/27
- S2: 192.0.2.96/27
- CORE: 192.168.0.0/29 (al no tener hosts conectados podemos usar direcciones privadas)
- LAN-U: 10.0.0.0/22

b) BR f0/1: 192.068.0.1, RS1-2 f0/0: 192.0.2.65, RS1-2 f0/1: 192.0.2.97, RS1-2 f1/0: 192.168.0.2  
RU f0/0: 192.0.2.2, RU f0/1: 10.0.0.1, RS3 f0/0: 192.168.0.3, RS3 f0/1: 192.0.2.1

c)

Dirección de destino	Siguiente encaminador	Interfaz
(S3) 192.0.2.0/26	-	f0/1
(CORE) 192.168.0.0/29	-	f0/0
(S1+S2) 192.0.2.64/26	192.168.0.2	f0/0
default	192.168.0.1	f0/0

Nota: No es necesario añadir la red LAN-U ya que usa NAT y de cara al exterior solo usan una dirección correspondiente a la red S3.

**Ej. AUTOEVALUACIÓN**

Ruta por defecto	23	IANA	15	NAT	35
BGP	32	Máscara de red	5	LIR	17
Tabla ARP	20	TTL	21	Tabla de encaminamiento	3
Prefijo	4	RIP	31	Dirección IPv6 unicast global	37
OSPF	31	Tráfico descentente (downstream)	25	Encaminador externo	29
Subnetting	6	Tabla de reenvío	8	Dirección de red	10
Sistema autónomo	28	Encaminador interno	30	Dirección IP para difusión local	14
Supernetting	7	Siguiente salto	1	Multihoming	18
Dirección IPv6 link-local	36	Dirección Multicast	38	Tráfico ascendente (upstream)	24
Algoritmo de encaminamiento	26	DHCP	19	RIR	16
Dirección IP privada	12	Autoconfiguración con estado	41	Túnel IPv6	11
Dirección anycast	39	(Número de) protocolo	33	Protocolo de encaminamiento	27
Dirección IP	2	Localhost	9	Autoconfiguración sin estado	40
ICMP	34	Dirección de difusión en red	13	Gateway	22