
MEMORIA PRACTICA ARQUITECTURA DE REDES

ASIGNATURA: Arquitectura de Redes

PROFESOR: Juan Antonio Martínez Navarro

ALUMNOS: David Fernández Expósito y

Pablo Tadeo Romero Orlowska

CORREO:



DNI:



GRUPO: PCEO

FECHA: 27 de Noviembre de 2021

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS E ILUSTRACIONES.....	3
1. INTRODUCCIÓN	4
2. DIRECCIONAMIENTO	4
2.1 ORGANIZACIÓN A.....	5
2.2 ORGANIZACIÓN B.....	6
3. ENCAMINAMIENTO.....	8
3.1 ORGANIZACIÓN A	8
3.2 ORGANIZACIÓN B	9
4. INTERCONEXIÓN Y REDISTRIBUCIÓN	9
5. CUESTIONES	10
5.1 ENCAMINAMIENTO INTRA-DOMINIO	10
5.1.1 ORGANIZACIÓN A	11
5.1.2 ORGANIZACIÓN B	14
5.2 INTERCONEXIÓN Y REDISTRIBUCIÓN DE RUTAS	20
6. CONCLUSIONES	25
7. BIBLIOGRAFÍA	26

ÍNDICE DE TABLAS E ILUSTRACIONES

Tabla 1. Tabla con las direcciones de la organización A. Fuente: propia.	6
Tabla 2. Tabla con las direcciones de la organización B. Fuente: propia.....	7
Imagen 1. Ejemplo de configuración de interfaz. Fuente: propia.	4
Imagen 2. Ejemplo de configuración de RIP. Fuente: propia	8
Imagen 3. Ejemplo de configuración de OSPF. Fuente: propia.....	9
Imagen 4. Tabla de rutas del router A3. Fuente: propia.....	11
Imagen 5. Paquete RIP interceptado en router A3. Fuente: propia.....	12
Imagen 6. Tracert desde el host A2 hasta el router A2. Fuente: propia.....	12
Imagen 7. Tracert desde el host A2 hasta el router B0. Fuente: propia.	13
Imagen 8. Mensaje RIP capturado en el router A3, procedente del router A0. Fuente: propia. .	13
Imagen 9. Mensaje RIP capturado en el router A3, procedente del router A1. Fuente: propia. .	14
Imagen 10. Tabla de rutas del router B3. Fuente: propia.	15
Imagen 11. Tabla de rutas del router B3. Fuente: propia.	16
Imagen 12. Tabla de rutas del router B4. Fuente: propia.	16
Imagen 13. Tabla de rutas del router B4. Fuente: propia.	18
Imagen 14. Traceroute entre router B0 y host B1. Fuente: propia.....	19
Imagen 15. LSA tipo 1 interceptado, originado en el router B4. Fuente: propia.	19
Imagen 16. LSA tipo 5 interceptado, originado en el router B0. Fuente: propia.	20
Imagen 17. Tabla de rutas del router A2. Fuente: propia.....	20
Imagen 18. Tabla de rutas del router B0. Fuente: propia.	21
Imagen 19. Tracert desde el host A2 hasta el host B4. Fuente: propia.....	22
Imagen 20. Tabla de rutas del router B3. Fuente: propia.	22
Imagen 21. Tabla de rutas del router B1. Fuente: propia.	23
Imagen 22. Tabla de rutas del router B4. Fuente: propia.	24
Imagen 23. Tabla de rutas del router B5. Fuente: propia.	24
Imagen 24. Tabla de rutas del router B2. Fuente: propia.	25

1. INTRODUCCIÓN

Este documento especifica la implementación de la práctica de la asignatura Arquitectura de Redes. El objetivo de la práctica era diseñar el direccionamiento de dos organizaciones distintas, configurar el enrutamiento intra-dominio y finalmente interconectar ambas organizaciones. Para la primera organización se usará el protocolo RIP y en la segunda OSPF. Además, se deberá utilizar la herramienta Packet Tracer de Cisco para la simulación de todo lo realizado.

Este documento consta de varias secciones. Primero, encontramos la presente introducción. A continuación, se explica el direccionamiento de ambas organizaciones. Tras esto, se comenta cómo se configuró el encaminamiento en cada organización y cómo se interconectaron ambas organizaciones. Por último, respondemos a las cuestiones planteadas en la especificación de la práctica y comentamos nuestras conclusiones.

2. DIRECCIONAMIENTO

Para “completar” las direcciones de las organizaciones, usamos el 2 del DNI de Pablo para la Y y el 8 del DNI de David para la Z (la X es 1 pues somos del grupo 1).

Como se indica en la especificación de la práctica, la organización A usa el rango de direcciones 171.28.0.0/22 y la organización B el rango 171.28.8.0/22. Por lo general, a los routers les asignaremos las primeras direcciones de la red, mientras que a los hosts las últimas.

Por último, para realizar esta parte de la práctica se usaron los siguientes comandos en los routers:

- Para configurar la dirección IP en una interfaz, simplemente se entró en modo configuración usando “`configure terminal`”, luego en el modo configuración de la interfaz deseada con “`interface INTERFAZ`”, siendo INTERFAZ la interfaz que queremos modificar, y por último usamos el comando “`ip address DIRECCION MASCARA`” para asignar una IP con su máscara correspondiente (en formato x.y.w.z) a la interfaz.
- Hay que activar las interfaces que queramos usar, para lo que, una vez en el modo de configuración de la interfaz, usamos el comando “`no shutdown`”.

A continuación, se muestra un ejemplo sobre el router B0:

```
Router>enable
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#interface F
Router(config)#interface FastEthernet 0/0
Router(config-if)#ip address 171.28.8.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#
```

IMAGEN 1. EJEMPLO DE CONFIGURACIÓN DE INTERFAZ. FUENTE: PROPIA.

2.1 ORGANIZACIÓN A

En esta organización, como es RIP y no se nos pide hacer agregación de rutas, hacemos el direccionamiento de la forma “habitual”. Tenemos las siguientes LAN: LAN 1.0 (509 hosts), LAN 1.1 (55 hosts), LAN 1.2 (205 hosts) LAN 1.3 (125 hosts). Además, tenemos las P2P 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 y 1.6. También hay que asignar una subred /30 entre los routers A4 y A3. Para asignar las direcciones, empezamos asignando las mismas en orden de tamaño de las subredes. Así, obtuvimos lo siguiente:

- LAN 1.0: son 509 hosts. Si tenemos en cuenta la dirección de red, la de broadcast y la del router, tenemos que hacen falta 9 bits para las direcciones. Es decir, una /23. Por tanto, le asignamos la 171.28.0.0/23, con dirección de broadcast 171.28.1.255. La dirección que le asignamos a la interfaz del router en esta LAN fue la 171.28.0.1.
- LAN 1.2: son 205 hosts. Teniendo en cuenta la dirección de red y la de broadcast y la dirección que hace falta para el router, tenemos que hacen falta 8 bits para esta red. Por tanto, le asignamos la dirección 171.28.2.0/24, con dirección de broadcast 171.28.2.255. Al router le asignamos la 171.28.2.1.
- LAN 1.3: son 125 hosts. Con el router y las direcciones de red y broadcast, vemos que hacen falta 7 bits. Le asignamos por tanto la 171.28.3.0/25, con dirección de broadcast 171.28.3.127. Al router le asignamos la dirección 171.28.3.1.
- LAN 1.1: son 55 hosts. Por tanto, con las direcciones de red y broadcast y las dos direcciones que hacen falta para routers, necesitamos 6 bits. Le asignamos la 171.28.3.128/26, con dirección de broadcast 171.28.3.191. Al router A0 (en su interfaz de LAN 1.1) le asignamos la 171.28.3.129 y al router A2 la 171.28.3.130.
- P2P 1.0: Es una red /30 pues solo hacen falta 2 direcciones, así que le asignamos la red 171.28.3.192/30. Al router A0 le asignamos la dirección 171.28.3.193 y al A1 la 171.28.3.194.
- P2P 1.1: Le asignamos la 171.28.3.196/30. Le asignamos la dirección 171.28.3.197 al router A1 y la 171.28.3.198 al A2.
- P2P 1.2: Le asignamos la 171.28.3.200/30. Le asignamos la dirección 171.28.3.201 al router A0 y la 171.28.3.202 al A3.
- P2P 1.3: Le asignamos la 171.28.3.204/30. Le asignamos la dirección 171.28.3.205 al router A1 y la 171.28.3.206 al A3.
- P2P 1.4: Le asignamos la 171.28.3.208/30. Le asignamos la dirección 171.28.3.209 al router A2 y la 171.28.3.210 al A3.
- P2P 1.6: Le asignamos la 171.28.3.212/30. Le asignamos la dirección 171.28.3.213 al router A2 y la 171.28.3.214 al B0 (es de la organización B).
- Red /30 entre el router A4 y el A3: Necesitamos una red /30 entre estos dos routers pues un router no puede tener más de una interfaz en una misma red. Así, le asignamos a esta red la dirección 171.28.3.216/30. Al router A4 le asignamos la dirección 171.28.3.218 y al A3 la 171.28.3.217.

Por tanto, podemos resumir el direccionamiento de la organización A en la siguiente tabla:

TABLA 1. TABLA CON LAS DIRECCIONES DE LA ORGANIZACIÓN A. FUENTE: PROPIA.

Red	Dirección/Máscara
LAN 1.0	171.28.0.0/23
LAN 1.1	171.28.3.128/26
LAN 1.2	171.28.2.0/24
LAN 1.3	171.28.3.0/25
P2P 1.0	171.28.3.192/30
P2P 1.1	171.28.3.196/30
P2P 1.2	171.28.3.200/30
P2P 1.3	171.28.3.204/30
P2P 1.4	171.28.3.208/30
P2P 1.6	171.28.3.212/30
Red entre router A4 y A3	171.28.3.216/30

2.2 ORGANIZACIÓN B

En esta organización se usará OSPF como algoritmo de encaminamiento, por lo que como se pide, debemos tener en cuenta la agregación de rutas para poder reducir el número de entradas en la tabla de encaminamiento. En primer lugar, tenemos las áreas 0, 1 y 2. Para poder luego agregar direcciones, fuimos asignando direcciones por orden de tamaño dentro de cada área, empezando por la 0, y luego por la 1 y la 2 en ultimo lugar. Empezamos por el área 0:

- LAN 2.0: como son 225 hosts, necesitamos 8 bits. Por tanto, le asignamos la dirección 171.28.8.0/24, con dirección de broadcast 171.28.8.255. A la interfaz correspondiente del router B0 le asignamos la 171.28.8.1.
- LAN 2.1: son 125 hosts, y teniendo en cuenta las direcciones del router, la de red y la de broadcast, necesitamos exactamente 128, por lo que nos basta con 7 bits. Le asignamos la dirección 171.28.9.0/25, con dirección de broadcast 171.28.9.127. Al router B2 le asignamos la 171.28.9.1.
- P2P 2.0: hace falta una red /30, le asignamos la dirección 171.28.9.128/30, con dirección de broadcast 171.28.9.131. Al router B0 le asignamos la 171.28.9.129 y al B2 la 171.28.9.130.
- P2P 2.1: como antes, hace falta una red /30. Por tanto, asignamos la 171.28.9.132/30, con dirección de broadcast 171.28.9.135. Al router B0 171.28.9.133 y al B1 la 171.28.9.134.
- P2P 2.2: como antes, hace falta una red /30. Por tanto, asignamos la 171.28.9.136/30, con dirección de broadcast 171.28.9.139. Al router B1 171.28.9.137 y al B2 la 171.28.9.138.

El área 1:

- LAN 2.2: son 115 hosts, así que necesitamos 7 bits. Así, le asignamos la dirección 171.28.10.0/25, con dirección de broadcast 171.28.10.127. Al router B1 le asignamos la dirección 171.28.10.1, y al B3 la 171.28.10.2.

- LAN 2.3: son 15 hosts, así que necesitamos, con la dirección de red, la de broadcast y la del router, 5 bits. Le asignamos la dirección 171.28.10.128/27, con dirección de broadcast 171.28.10.159. Al router le asignamos la 171.28.10.129.

El área 2:

- LAN 2.4: como son 120 hosts, nos basta con 7 bits. Por tanto, le asignamos la dirección 171.28.11.0/25, con dirección de broadcast 171.28.11.127. Al router le asignamos la 171.28.11.1.
- LAN 2.5: necesitamos 6 bits, pues con 64 direcciones basta. Le asignamos entonces la 171.28.11.128/26, con dirección de broadcast 171.28.11.191. Al router le asignamos la dirección 171.28.11.129.
- P2P 2.3: como son solo 2 direcciones, es una /30, por lo que le asignamos la dirección 171.28.11.192/30, con dirección de broadcast 171.28.11.195. Al router B2 le asignamos la 171.28.11.193 y al router B4 la 171.28.11.194.
- P2P 2.4: igual que antes, es una /30, por lo que le asignamos la dirección 171.28.11.196/30, con dirección de broadcast 171.28.11.199. Al router B4 le asignamos la 171.28.11.198 y al B5 la 171.28.11.197.

Como se puede observar, las direcciones del área 0 se pueden agrupar en la dirección 171.28.8.0/23, las del área 1 en la dirección 171.28.10.0/24 y las del área 2 en la 171.28.11.0/24. Como se puede comprobar, esto supone “desperdiciar” algunas direcciones entre cada grupo, por ejemplo quedan direcciones sin usar entre la 171.28.9.139 (última dirección usada del área 0) y la 171.28.10.0 (primera usada del área 1). Sin embargo, esto ayuda a que sea posible simplificar el número de entradas en las tablas de rutas de los routers y a enviar menos información por OSPF al agrupar todas las direcciones del área 1 y del área 2, por lo que decidimos que esta forma de hacer el direccionamiento resultaría más beneficiosa globalmente.

Por tanto, podemos resumir el direccionamiento de la organización B en la siguiente tabla:

TABLA 2. TABLA CON LAS DIRECCIONES DE LA ORGANIZACIÓN B. FUENTE: PROPIA

Red	Dirección/Máscara
LAN 2.0	171.28.8.0/24
LAN 2.1	171.28.9.0/25
LAN 2.2	171.28.10.0/25
LAN 2.3	171.28.10.128/27
LAN 2.4	171.28.11.0/25
LAN 2.5	171.28.11.128/26
P2P 2.0	171.28.9.128/30
P2P 2.1	171.28.9.132/30
P2P 2.2	171.28.9.136/30
P2P 2.3	171.28.11.192/30
P2P 2.4	171.28.11.196/30

3. ENCAMINAMIENTO

En este apartado simplemente se describirá cómo y con qué comandos se configuró el encaminamiento en la topología. No se entrará a detallar específicamente qué se hizo en cada router, pues eso supondría mucho tiempo y al final en todos se aplica lo mismo de base (cada uno con sus direcciones o interfaces particulares). Comandos y configuraciones más específicas, como por ejemplo configurar áreas como stub en OSPF, serán tratadas en las cuestiones correspondientes en el apartado de las mismas.

3.1 ORGANIZACIÓN A

En esta organización se usa RIP como algoritmo de encaminamiento. Para configurar RIP en los routers de esta organización, se ejecutó la siguiente secuencia de comandos tras entrar en modo configuración (mediante “configure terminal”):

1. Se ejecuta el comando “router rip”. Como queremos que se soporten las redes particionadas, debemos usar RIP versión 2. Para ello, tras este comando, usamos el comando “version 2”.
2. El siguiente paso simplemente es poner las redes directamente conectadas del router, ejecutando el comando “network RED” (RED es la red directamente conectada) tantas veces como redes conectadas queremos que sean anunciadas.

Con esto, ya tendríamos RIP configurado. Sin embargo, hay routers que tienen interfaces en las que no hay ningún router, por lo que no tiene sentido ocupar la red con mensajes RIP hacia estas interfaces, ya que serán inútiles. Por lo tanto, podemos definir estas interfaces como interfaces pasivas para que sea todo más eficiente. Para ello, tras hacer “router rip”, ejecutamos el comando “passive-interface INTERFAZ”, donde INTERFAZ es la interfaz que queremos hacer pasiva. Hicimos esto con: la interfaz que conecta con LAN 1.0 del router A0, la interfaz que conecta con LAN 1.2 del router A4 y la interfaz que conecta con LAN 1.3 del router A3.

A continuación, se muestra un ejemplo sobre el router A0:

```
Router>enable
Router#conf
Router#configure t
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)#router rip
Router(config-router)#version 2
Router(config-router)#network 171.28.0.0
Router(config-router)#171.28.3.128
^
% Invalid input detected at '^' marker.

Router(config-router)#network 171.28.3.128
Router(config-router)#network 171.28.3.192
Router(config-router)#network 171.28.3.200
Router(config-router)#pass
Router(config-router)#passive-interface G
Router(config-router)#passive-interface GigabitEthernet 0/0
Router(config-router)#passive-interface GigabitEthernet 0/1
```

IMAGEN 2. EJEMPLO DE CONFIGURACIÓN DE RIP. FUENTE: PROPIA

3.2 ORGANIZACIÓN B

En esta organización se usa OSPF como algoritmo de encaminamiento. Para configurar OSPF en los routers de esta organización, se ejecutó la siguiente secuencia de comandos tras entrar en modo configuración (mediante “configure terminal”):

1. Se ejecuta el comando “router ospf PROCESS-ID”, donde hay que elegir un ID para el proceso. Nosotros elegimos usar el 100 para todos los routers por simplicidad.
2. El siguiente paso es configurar las distintas redes en áreas. Para ello, usamos el siguiente comando con las redes directamente conectadas que queremos que se anuncien: “network DIRECCION MASK area X”, donde hay que indicar la dirección de la red, la máscara y a qué área pertenece.

Con esto, ya tendríamos configurado OSPF. Sin embargo, ocurre lo mismo que con RIP, es preferible configurar como pasivas las interfaces correspondientes para que sea todo más eficiente. Para ello, se ejecuta el siguiente comando: “passive-interface INTERFAZ”, indicando la interfaz que se desee. Hicimos esto con: la interfaz que conecta con LAN 2.0 del router B0, la interfaz que conecta con LAN 2.1 del router B2, la interfaz que conecta con LAN 2.3 del router B3, la interfaz que conecta con LAN 2.5 del router B4, y la interfaz que conecta con LAN 2.4 del router B5.

A continuación, se muestra un ejemplo sobre el router B2:

```
Router>enable
Router#conf
Router#configure ter
Router#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#router ospf 100
Router(config-router)#network 171.28.9.0 255.255.255.128 area 0
Router(config-router)#network 171.28.9.128 255.255.255.252 area 0
Router(config-router)#network 171.28.9.136 255.255.255.252 area 0
Router(config-router)#network 171.28.11.192 255.255.255.252 area 2
Router(config-router)#pas
Router(config-router)#passive-interface F
Router(config-router)#passive-interface FastEthernet 0/0
Router(config-router)#
```

IMAGEN 3. EJEMPLO DE CONFIGURACIÓN DE OSPF. FUENTE: PROPIA.

Por último, un tema importante que nos queda por tratar es la agregación rutas. En RIP se hace por defecto, pero en OSPF no. Como el direccionamiento lo hicimos pensando en la agregación de rutas por áreas (ver apartado direccionamiento), nos interesa sacar provecho a esto para que el área 1 y el área 2 se agreguen en una red sola y los routers ahorren entradas en sus tablas de rutas. Para esto, simplemente ejecutamos el comando “area ID range ADDRESS MASK”, donde ID es el área y ADDRESS y MASK son la dirección y la máscara que agregan a las redes de esa área. Esto lo hicimos en el router B1 con “area 1 range 171.28.10.0 255.255.255.0” y en el router B2 con “area 2 range 171.28.11.0 255.255.255.0”.

4. INTERCONEXIÓN Y REDISTRIBUCIÓN

Para realizar la interconexión de ambas organizaciones, se configuró la redistribución de rutas en el router B0, pues es el que conecta ambas organizaciones. Para ello, primero se

debe configurar tanto RIP como OSPF en el router, con los comandos ya comentados en apartados anteriores. No obstante, en este caso particular, hay que evitar que las interfaces del router B0 que sean de la organización B participen en RIP, y que las de la organización A participen en OSPF. Para ello, en la configuración de cada protocolo de encaminamiento, se configuran como interfaces pasivas las interfaces correspondientes en cada caso, usando el comando ya comentado anteriormente. Al configurar RIP, se configuraron como pasivas las interfaces FastEthernet 0/0, Serial 3/0 y Serial 2/0. Con OSPF, se marcaron como pasivas FastEthernet 0/0 y Serial 8/0.

Una vez configurados ambos protocolos en el router B0, hay que hacer la redistribución. Para ello, en el modo de configuración de OSPF se ejecutará el comando `"redistribute rip metric METRIC subnets"`, donde METRIC es la métrica que queremos que se use (recordar que OSPF y RIP usan métricas distintas). En nuestro caso, usamos en particular: `"redistribute rip metric 200 subnets"`. La opción subnets hay que ponerla para que las redes con subnetting (en nuestro caso todas) sean distribuidas. Por su parte, el valor 200 lo escogimos porque en los ejemplos que vimos se ponía este valor, pero si se razona se concluye que da igual, pues solo tenemos un ASBR en nuestra topología, por lo que al final lo importante será el coste de llegar al ASBR. Si hubiera más de uno, sí que influiría pues se tendría que decidir, para cada red externa, por qué ASBR ir. Por otro lado, en el modo de configuración de RIP, hay que ejecutar: `"redistribute ospf ID metric METRIC"`, donde METRIC de nuevo es la métrica que queremos usar y ID es el identificador del proceso de OSPF. En nuestro caso, usamos: `"redistribute ospf 100 metric 1"`.

Otra cuestión que queremos tratar es que se podría hacer que el router B0 anunciase por OSPF una ruta agregada de todas las redes de la organización A, de modo similar a como se ha hecho con las áreas 1 y 2. Sin embargo, al intentar usar el comando que se muestra en el boletín 5 (`"summary-address ADDRESS MASK"`) el router no reconocía el comando como válido, por lo que no pudimos llevar a cabo esta mejora.

5. CUESTIONES

Aclaración: al hacer la práctica, hicimos todo sobre el fichero del Packet Tracer primero, y luego nos pusimos a responder a las siguientes preguntas, por lo que puede ser que en alguna captura de pantalla aparezca información sobre aspectos más avanzados en la práctica. Por ejemplo, en la primera cuestión sobre la organización A, en la imagen que se muestra aparecen ya rutas para redes externas.

5.1 ENCAMINAMIENTO INTRA-DOMINIO

NOTA ACLARATORIA: En algunas tablas de rutas que se muestren en las cuestiones siguientes o que se consulten en el archivo de la topología en el Packet Tracer puede ser que aparezca una entrada con la red 171.28.10.0/25 o 171.28.11.0/25, indicándose que "is possibly down". Esto se debe a que, al agrupar las rutas del área 1 y del área 2, cometimos un error porque escribimos `"router ospf 200"`. Entonces, parece ser que este error y al haber 2 procesos OSPF, se agruparon en /25 pese a poner /24. Como no encontramos cómo eliminar entradas de una tabla de rutas, decidimos simplemente aclarar y avisar esta situación en el presente documento.

5.1.1 ORGANIZACIÓN A

Muestre las tablas de rutas de RouterA3 y comente los aspectos más relevantes. ¿Cuál es el camino óptimo para alcanzar la interfaz de RouterA2 que conecta con la Organización B? ¿Por qué? ¿Cuántas alternativas hay para alcanzarlo según la tabla de rutas?

```

Router>enable
Router#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    171.28.0.0/16 is variably subnetted, 24 subnets, 6 masks
R       171.28.0.0/23 [120/1] via 171.28.3.201, 00:00:06, Serial0/3/0
R       171.28.2.0/24 [120/1] via 171.28.3.218, 00:00:04, GigabitEthernet0/1
C       171.28.3.0/25 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       171.28.3.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
R       171.28.3.128/26 [120/1] via 171.28.3.201, 00:00:06, Serial0/3/0
        [120/1] via 171.28.3.209, 00:00:28, Serial0/3/1
R       171.28.3.192/30 [120/1] via 171.28.3.201, 00:00:06, Serial0/3/0
        [120/1] via 171.28.3.205, 00:00:27, Serial0/2/0
R       171.28.3.196/30 [120/1] via 171.28.3.205, 00:00:27, Serial0/2/0
        [120/1] via 171.28.3.209, 00:00:28, Serial0/3/1
C       171.28.3.200/30 is directly connected, Serial0/3/0
L       171.28.3.202/32 is directly connected, Serial0/3/0
C       171.28.3.204/30 is directly connected, Serial0/2/0
L       171.28.3.206/32 is directly connected, Serial0/2/0
C       171.28.3.208/30 is directly connected, Serial0/3/1
L       171.28.3.210/32 is directly connected, Serial0/3/1
R       171.28.3.212/30 [120/1] via 171.28.3.209, 00:00:28, Serial0/3/1
C       171.28.3.216/30 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       171.28.3.217/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
R       171.28.8.0/24 [120/2] via 171.28.3.209, 00:00:28, Serial0/3/1
R       171.28.9.0/25 [120/2] via 171.28.3.209, 00:00:28, Serial0/3/1
R       171.28.9.128/30 [120/2] via 171.28.3.209, 00:00:28, Serial0/3/1
R       171.28.9.132/30 [120/2] via 171.28.3.209, 00:00:28, Serial0/3/1
R       171.28.9.136/30 [120/2] via 171.28.3.209, 00:00:28, Serial0/3/1
R       171.28.10.0/24 [120/2] via 171.28.3.209, 00:00:28, Serial0/3/1
R       171.28.10.0/25 is possibly down, routing via 171.28.3.209, Serial0/3/1
R       171.28.11.0/24 [120/2] via 171.28.3.209, 00:00:28, Serial0/3/1

Router#
Router#

```

IMAGEN 4. TABLA DE RUTAS DEL ROUTER A3. FUENTE: PROPIA.

En la figura mostrada podemos observar cómo en la tabla de rutas del router A3 aparecen, además de las redes directamente conectadas (C), las rutas aprendidas por RIP. En este último grupo se encuentran, claro está, las diferentes redes de la organización A. Pero vemos que también hay redes aprendidas por RIP de la organización B, debido a que ya tenemos hecha la redistribución. Un aspecto interesante es que, si se puede llegar a una red por dos caminos con el mismo coste (número de saltos), se muestran todas las opciones, como ocurre con 171.28.3.128/26, 171.28.3.192/30 y 171.28.3.196/30. Además, estas dos últimas son las únicas redes a las que se puede ir por el router B1 (de la mejor manera posible), lo cual es un dato interesante sobre la topología que tenemos.

Como se puede observar, la mejor manera de llegar a la red 171.28.3.212/30 (la red por la que se llega a la organización B) es por 171.28.3.209. Lo cual tiene sentido, pues el router A3, del que mostramos la tabla de rutas, está directamente conectado a la red 171.28.3.208/30, en la que también está el router A2, que es el que sale hacia la organización B. Esto se puede confirmar en la tabla de rutas si nos fijamos en que el coste que se anuncia para llegar a 171.28.3.212/30 es 1 (un solo salto) (en el corchete que aparece en las entradas de la tabla, el valor de la izquierda es la distancia administrativa y el de la derecha es el coste, en este caso número de saltos) El router, sin embargo, no muestra más opciones para alcanzar la red 171.28.3.212/30. Esto se debe a que en la tabla de rutas se muestra la mejor manera de llegar, según RIP que usa la métrica del número

de saltos, por lo que en esta topología no hay ninguna manera mejor (o igual) de llegar a 171.28.3.212/30.

Utilizando información de las tablas de rutas y capturas del tráfico RIP en la red (Packet Tracer y/o salida de debug de los routers Cisco), explique el funcionamiento de split horizon sobre algún enlace de la red.

Usando el modo de debug en el router A3 (hay que usar, tras “configure terminal”, el comando “debug ip rip events”), hemos encontrado un paquete RIP con origen el router A0 y destino el A3. En este paquete se puede ver cómo el router A0 anuncia redes y costes, pero en ningún momento anuncia redes como la 171.28.3.0/25, la 171.28.2.0/24 o la 171.28.3.216/30. Esto es debido justamente a Split Horizon, que consiste en que no se anuncie una red al router que me anuncia la mejor ruta hacia esa misma red. Y esto es justamente lo que podemos apreciar en este paquete capturado.

A continuación, se muestra la captura del paquete RIP recibido en el router A3:

```
RIP: received v2 update from 171.28.3.201 on Serial0/3/0
 171.28.0.0/23 via 0.0.0.0 in 1 hops
 171.28.3.128/26 via 0.0.0.0 in 1 hops
 171.28.3.192/30 via 0.0.0.0 in 1 hops
 171.28.3.196/30 via 0.0.0.0 in 2 hops
 171.28.3.212/30 via 0.0.0.0 in 2 hops
 171.28.8.0/24 via 0.0.0.0 in 3 hops
 171.28.9.0/25 via 0.0.0.0 in 3 hops
 171.28.9.128/30 via 0.0.0.0 in 3 hops
 171.28.9.132/30 via 0.0.0.0 in 3 hops
 171.28.9.136/30 via 0.0.0.0 in 3 hops
 171.28.10.0/24 via 0.0.0.0 in 3 hops
 171.28.11.0/24 via 0.0.0.0 in 3 hops
```

IMAGEN 5. PAQUETE RIP INTERCEPTADO EN ROUTER A3. FUENTE: PROPIA.

Empleando el comando tracert, muestre la ruta que sigue el tráfico desde el HostA2 hasta la interfaz de RouterA2 que conecta con la Organización B. ¿Qué pasa si lo hacemos a la interfaz del RouterB0 en la red P2P 1.6?

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>tracert 171.28.3.213

Tracing route to 171.28.3.213 over a maximum of 30 hops:

  1  0 ms    0 ms    0 ms    171.28.2.1
  2  0 ms    0 ms    0 ms    171.28.3.217
  3  1 ms    0 ms    0 ms    171.28.3.213

Trace complete.

C:\>
```

IMAGEN 6. TRACERT DESDE EL HOST A2 HASTA EL ROUTER A2. FUENTE: PROPIA.

El tráfico pasa por el router A4 (171.28.2.1), el A3 (171.28.3.217) y por último el A2 (171.28.3.213). Está claro, si vemos la topología de la organización A, que este es el mejor camino considerando, al igual que hace RIP, el número de saltos.

Si lo hacemos con la interfaz del router B0 que está en la P2P 1.6 (171.28.3.214):

```

C:\>tracert 171.28.3.214

Tracing route to 171.28.3.214 over a maximum of 30 hops:

  1  0 ms    0 ms    0 ms    171.28.2.1
  2  0 ms    0 ms    0 ms    171.28.3.217
  3  2 ms    1 ms    0 ms    171.28.3.209
  4  2 ms    2 ms    3 ms    171.28.3.214

Trace complete.

C:\>

```

IMAGEN 7. TRACERT DESDE EL HOST A2 HASTA EL ROUTER B0. FUENTE: PROPIA.

Ahora vemos que pasa por el A4, A3, A2 (171.28.3.209) y finalmente el B0 (171.28.3.214). Por lo tanto, lo único que cambia es que ahora tiene que hacer un salto más para llegar al router B0. Otra cosa que cambia es que ahora se indica la IP 171.28.3.209 del router A2, y antes la 171.28.3.217. Esto será porque te indica la dirección de la interfaz del router por la que entra, menos en el último caso que muestra directamente la que se pasa en el comando tracert. Es importante mencionar que en nuestro caso el tracert funciona con el router B0 porque nosotros teníamos ya configurados tanto OSPF como RIP en el router B0 (si no tuviésemos RIP configurado en este router es claro que fallaría tracert, no se podría llegar al router B0).

Con la simulación en marcha, desactive en RouterA3 la interfaz de salida hacia RouterA2. Utilizando información de las tablas de rutas y capturas del tráfico RIP en la red (Packet Tracer y/o salida de debug de los routers Cisco), explique en detalle cómo RIP converge a una nueva solución para alcanzar RouterA2. Céntrese únicamente en los routers RouterA3 y RouterA2.

Lo primero que ocurre cuando se desactiva la interfaz es que tanto el router A2 como el A3 envían mensajes RIP por todas sus interfaces (menos la que hemos desactivado claro) informando de coste infinito (16) para las redes a las que llegaban por la interfaz que se ha desactivado. Lo que ocurre luego para que el router A3 sepa cómo llegar de forma alternativa al router A2 es que tanto el router A0 como el A1 le informan de que pueden alcanzar, con 1 solo salto (nótese que el router A0 está directamente conectado al A2), el router A2, por lo que el router 3 ya sabe cómo llegar (vemos cómo hay 2 posibles rutas igual de buenas).

A continuación, se muestran las capturas de 2 mensajes RIP en el router A3. El primero es un mensaje que recibe el router A3 del router A0 y el segundo lo recibe de A1:

```

RIP: received v2 update from 171.28.3.201 on Serial0/3/0
  171.28.0.0/23 via 0.0.0.0 in 1 hops
  171.28.3.128/26 via 0.0.0.0 in 1 hops
  171.28.3.192/30 via 0.0.0.0 in 1 hops
  171.28.3.196/30 via 0.0.0.0 in 2 hops
  171.28.3.212/30 via 0.0.0.0 in 2 hops
  171.28.8.0/24 via 0.0.0.0 in 3 hops
  171.28.9.0/25 via 0.0.0.0 in 3 hops
  171.28.9.128/30 via 0.0.0.0 in 3 hops
  171.28.9.132/30 via 0.0.0.0 in 3 hops
  171.28.9.136/30 via 0.0.0.0 in 3 hops
  171.28.10.0/24 via 0.0.0.0 in 3 hops
  171.28.11.0/24 via 0.0.0.0 in 3 hops

```

IMAGEN 8. MENSAJE RIP CAPTURADO EN EL ROUTER A3, PROCEDENTE DEL ROUTER A0. FUENTE: PROPIA.

```

RIP: received v2 update from 171.28.3.205 on Serial0/2/0
 171.28.0.0/23 via 0.0.0.0 in 2 hops
 171.28.3.128/26 via 0.0.0.0 in 2 hops
 171.28.3.192/30 via 0.0.0.0 in 1 hops
 171.28.3.196/30 via 0.0.0.0 in 1 hops
 171.28.3.212/30 via 0.0.0.0 in 2 hops
 171.28.8.0/24 via 0.0.0.0 in 3 hops
 171.28.9.0/25 via 0.0.0.0 in 3 hops
 171.28.9.128/30 via 0.0.0.0 in 3 hops
 171.28.9.132/30 via 0.0.0.0 in 3 hops
 171.28.9.136/30 via 0.0.0.0 in 3 hops
 171.28.10.0/24 via 0.0.0.0 in 3 hops
 171.28.11.0/24 via 0.0.0.0 in 3 hops

```

IMAGEN 9. MENSAJE RIP CAPTURADO EN EL ROUTER A3, PROCEDENTE DEL ROUTER A1. FUENTE: PROPIA.

En estas dos figuras, se puede comprobar que ocurre lo que se explicó antes, el router A3 aprende que puede llegar con el mismo coste al router A2 tanto por el router A0 como por el A1.

Indique, en caso de que aplique, el funcionamiento sobre este escenario y el uso de las técnicas triggered updates y poison reverse.

La técnica de poison reverse consiste en que en lugar de no anunciar a un router una ruta de la que él es el siguiente salto para la mejor ruta (Split horizon), lo que se hace es anunciar coste infinito (16 en RIP). Ambas técnicas (Split horizon y poison reverse) buscan evitar el problema de la cuenta al infinito. No obstante, cabe mencionar que esta definición es la que dimos en teoría, pero en los boletines de prácticas se indica que Poison Reverse simplemente se basa en anunciar con coste infinito las redes no alcanzables. Si tomamos la primera definición, en este escenario en particular, como pudimos comprobar al desactivar la interfaz de A3 que desactivamos antes, no se usa la técnica de Poison Reverse, pues en ese caso sí se anunciarían rutas cuyo mejor camino es a través del router A3, pero con valor infinito (y vimos que directamente no se anunciaban). Sin embargo, vimos en los paquetes interceptados que no se anuncia nada en esos casos. Si tomásemos la segunda definición, sí que se puede afirmar que se usa Poison Reverse, pues tras interceptar un paquete RIP tras desconectar la interfaz del router A3 pudimos comprobar cómo se generaban paquetes con el valor 16 (en RIP es infinito) para las redes que ya no eran alcanzables.

Por su parte, los triggered updates se basan en que no hay que esperar a que se mande la siguiente tanda de mensajes RIP para anunciar un cambio en la topología, sino que en cuanto se produce el cambio, el router o routers que lo detectan envían los RIP response correspondientes, sin esperar. En este escenario en particular, al desconectar la interfaz de A3 antes, pudimos observar cómo en cuanto se provoca el cambio, se generaban los mensajes RIP response.

5.1.2 ORGANIZACIÓN B

Realice la configuración necesaria para que RouterB3 se convierta en Designated Router (DR) de la LAN 2.2.

Según el direccionamiento que hicimos, el router B3 se elige por defecto como Designated Router de la LAN 2.2, debido a que una de sus interfaces tiene la mayor IP, la 171.28.10.129, y todos los routers por defecto tienen la misma prioridad (por lo que, a igualdad de prioridad, se elige por mayor IP). Por tanto, con tan solo configurar OSPF

correctamente basta para conseguir que el router B3 sea Designated Router. Ahora bien, si quisiéramos dejarlo más claro, podríamos hacer que el router B3 tuviese mayor prioridad (comando “`ip ospf priority PRIORITY`” en el modo de configuración de una interfaz) y así sería seguro el DR, aunque se cambiasen las direcciones y dejase de tener la mayor IP.

Muestre las tablas de rutas de RouterB3 y comente los aspectos más relevantes. ¿Cuál es el camino óptimo para alcanzar RouterB4?

```
Router#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    171.28.0.0/16 is variably subnetted, 19 subnets, 6 masks
O E2   171.28.0.0/23 [110/200] via 171.28.10.1, 00:09:31, FastEthernet1/0
O E2   171.28.2.0/24 [110/200] via 171.28.10.1, 00:09:31, FastEthernet1/0
O E2   171.28.3.0/25 [110/200] via 171.28.10.1, 00:09:31, FastEthernet1/0
O E2   171.28.3.128/26 [110/200] via 171.28.10.1, 00:09:31, FastEthernet1/0
O E2   171.28.3.192/30 [110/200] via 171.28.10.1, 00:09:31, FastEthernet1/0
O E2   171.28.3.196/30 [110/200] via 171.28.10.1, 00:09:31, FastEthernet1/0
O E2   171.28.3.200/30 [110/200] via 171.28.10.1, 00:09:31, FastEthernet1/0
O E2   171.28.3.204/30 [110/200] via 171.28.10.1, 00:09:31, FastEthernet1/0
O E2   171.28.3.208/30 [110/200] via 171.28.10.1, 00:09:31, FastEthernet1/0
O E2   171.28.3.212/30 [110/200] via 171.28.10.1, 00:09:31, FastEthernet1/0
O E2   171.28.3.216/30 [110/200] via 171.28.10.1, 00:09:31, FastEthernet1/0
O IA   171.28.8.0/24 [110/66] via 171.28.10.1, 00:09:31, FastEthernet1/0
O IA   171.28.9.0/25 [110/66] via 171.28.10.1, 00:09:31, FastEthernet1/0
O IA   171.28.9.128/30 [110/129] via 171.28.10.1, 00:09:31, FastEthernet1/0
O IA   171.28.9.132/30 [110/65] via 171.28.10.1, 00:09:31, FastEthernet1/0
O IA   171.28.9.136/30 [110/65] via 171.28.10.1, 00:09:31, FastEthernet1/0
C       171.28.10.0/25 is directly connected, FastEthernet1/0
C       171.28.10.128/27 is directly connected, FastEthernet0/0
O IA   171.28.11.0/24 [110/129] via 171.28.10.1, 00:09:31, FastEthernet1/0

Router#
Router#
```

IMAGEN 10. TABLA DE RUTAS DEL ROUTER B3. FUENTE: PROPIA.

Como se puede observar en la figura, la tabla de rutas del router B3 (router interno área 1), tenemos entradas para las dos redes directamente conectadas, 171.28.10.0/25 y 171.28.10.128/27. Además, como ya tenemos hecha la redistribución de rutas, aparecen todas las diferentes redes de la organización A. Éstas se pueden distinguir fácilmente pues se indica que son aprendidas por OSPF (O) y además son externas (E2). Por último, aparecen distintas redes inter-área, aprendidas por OSPF (O IA). Éstas son las 5 redes del área 0 y la 171.28.11.0/24, que agrega todas las del área 2, pues ya tenemos hecha la agregación de rutas del área 1 y del área 2. Es interesante destacar que, para cualquier red de otra área o red externa, la interfaz de salida es la misma, FastEthernet 1/0, pues es la que conecta el router B3 con el B1, el ABR.

Para alcanzar el router B4, router interno del área 2, está claro cuál es el camino óptimo, pues ya tenemos hecha la agregación de rutas, por lo que solo hay que fijarse en cómo llegar a 171.28.11.0 (agregación del área 2). Por tanto, el camino óptimo para llegar al router B4 es salir por la interfaz FastEthernet 1/0 del router B3.

Realice la configuración necesaria para que el área 1 sea una totally stub area. Analizando las tablas de rutas que considere relevantes, demuestre que se trata de una totally stub área. ¿Qué diferencias observa con respecto a la configuración anterior? ¿Por qué?

Para conseguir esto, hay que usar el comando “area 1 stub” en los routers internos (en este caso el router B3), y en el router frontera de área (ABR) (en este caso el router B1), el comando “area 1 stub no-summary”.

```
Router>enable
Router#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 171.28.10.1 to network 0.0.0.0

    171.28.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
   C       171.28.10.0/25 is directly connected, FastEthernet1/0
   C       171.28.10.128/27 is directly connected, FastEthernet0/0
O*IA 0.0.0.0/0 [110/2] via 171.28.10.1, 00:57:32, FastEthernet1/0

Router#
Router#
Router#
Router#
```

IMAGEN 11. TABLA DE RUTAS DEL ROUTER B3. FUENTE: PROPIA.

Como se observa en la captura de pantalla del routerB3, vemos que además de las redes conectadas directamente, tenemos una ruta por defecto para todas las demás direcciones. Por tanto, se deduce que hemos configurado correctamente el área para que sea totally stub, pues filtra los LSA de tipo 5 y 4 (rutas externas) y los LSA resumen de otras áreas (tipo 3), y genera una única ruta por defecto tanto para salir de la organización como para salir de su área.

A diferencia con la configuración anterior, donde teníamos una ruta por cada red de la organización y red de la organización A, ahora tenemos una sola ruta por defecto para todas las redes que no están conectadas directamente al routerB3 (pues en este caso no hay redes en el área 1 que no estén directamente conectadas), debido al “filtrado” que se hace al hacerse el área 1 de tipo totally stub.

Muestre las tablas de rutas de RouterB4 y comente los aspectos más relevantes.

```
Router#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 171.28.11.193 to network 0.0.0.0

    171.28.0.0/16 is variably subnetted, 21 subnets, 5 masks
O E2   171.28.0.0/23 [110/200] via 171.28.11.193, 00:02:38, Serial2/0
O E2   171.28.2.0/24 [110/200] via 171.28.11.193, 00:02:38, Serial2/0
O E2   171.28.3.0/25 [110/200] via 171.28.11.193, 00:02:38, Serial2/0
O E2   171.28.3.128/26 [110/200] via 171.28.11.193, 00:02:38, Serial2/0
O E2   171.28.3.192/30 [110/200] via 171.28.11.193, 00:02:38, Serial2/0
O E2   171.28.3.196/30 [110/200] via 171.28.11.193, 00:02:38, Serial2/0
O E2   171.28.3.200/30 [110/200] via 171.28.11.193, 00:02:38, Serial2/0
O E2   171.28.3.204/30 [110/200] via 171.28.11.193, 00:02:38, Serial2/0
O E2   171.28.3.208/30 [110/200] via 171.28.11.193, 00:02:38, Serial2/0
O E2   171.28.3.212/30 [110/200] via 171.28.11.193, 00:02:38, Serial2/0
O E2   171.28.3.216/30 [110/200] via 171.28.11.193, 00:02:38, Serial2/0
O IA   171.28.8.0/24 [110/129] via 171.28.11.193, 00:02:38, Serial2/0
O IA   171.28.9.0/25 [110/65] via 171.28.11.193, 00:02:38, Serial2/0
O IA   171.28.9.128/30 [110/128] via 171.28.11.193, 00:02:38, Serial2/0
O IA   171.28.9.132/30 [110/192] via 171.28.11.193, 00:02:38, Serial2/0
O IA   171.28.9.136/30 [110/364] via 171.28.11.193, 00:02:38, Serial2/0
O IA   171.28.10.0/24 [110/194] via 171.28.11.193, 00:02:38, Serial2/0
O      171.28.11.0/25 [110/65] via 171.28.11.197, 00:02:38, Serial3/0
C      171.28.11.128/26 is directly connected, FastEthernet0/0
C      171.28.11.192/30 is directly connected, Serial2/0
C      171.28.11.196/30 is directly connected, Serial3/0
```

IMAGEN 12. TABLA DE RUTAS DEL ROUTER B4. FUENTE: PROPIA.

En la figura se puede observar que, como aún no ha sido configurado como stub el área 2, tenemos entradas para todas las redes de la organización A (redes externas aprendidas por OSPF, O E2), pues ya tenemos hecha la redistribución de rutas. También aparecen rutas inter-área, en este caso salen todas las del área 0 y la red 171.28.10.0/24, que es la agregación del área 1. Es interesante destacar que, para todas estas redes de otras áreas, la interfaz de salida es la misma, Serial 2/0, que conecta con el router B2, que es el ABR. Por último, aparecen las redes que tiene el router B4 directamente conectadas, 171.28.11.128/26, 171.28.11.192/30 y 171.28.196/30. Vemos que tenemos muchas entradas en la tabla de rutas en comparación con, por ejemplo, la cuestión anterior. Esto se debe a que no tenemos configurado el área 2 como stub área (para tener una sola ruta por defecto para las rutas externas) ni como totally stub (una ruta por defecto para todas las rutas de fuera del área). Esto cambiará más adelante.

Realice la configuración necesaria para que el camino óptimo entre RouterB3 y RouterB4 pase a través de RouterB0.

Tal y como tenemos la topología, lo normal será que el camino no pase por B0, pues, aunque OSPF no use el número de saltos como métrica, lo normal es que enlaces similares tengan costes similares, por lo que sería esperable que el camino a seguir fuese también el que tenga menos saltos. Por lo tanto, lo que tendremos que hacer es subir el coste al enlace entre el router B1 y el B2, para así, cuando se llegue al router B1, se decida ir por el router B0. Para conseguir esto, lo que hacemos es usar el comando “ip ospf cost VALUE” para aumentar el coste del enlace. Cabe destacar que podríamos aplicar el comando solo en el router B1, pero entonces solo se pasaría por el router B0 cuando se vaya desde B3 a B4, pero en sentido contrario no se pasará (seguiría optando por el camino más corto). Para evitar esto, aplicamos el comando también en la interfaz correspondiente del router B2. El valor que le puse a las interfaces correspondientes fue 300, aunque con 200 o así debería ser suficiente para lograr el cambio deseado, simplemente se usó 300 para asegurar que no se usase la interfaz.

Realice la configuración necesaria para que el área 2 sea una stub area. Analizando las tablas de rutas que considere relevantes, ¿qué diferencias observa con respecto a la configuración anterior? ¿Por qué?

Para que el área 2 sea una stub área, tenemos que simplemente usar el comando “area 2 stub” en todos los routers, incluido el ABR. A continuación, vemos cómo queda la tabla de rutas del router B4 (la del router B5 sería parecida cambiando qué redes tiene conectadas directamente y cuáles no, se “intercambiará” una C con una O):

```

Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
        i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
        * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
        P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 171.28.11.193 to network 0.0.0.0

    171.28.0.0/16 is variably subnetted, 10 subnets, 4 masks
O IA   171.28.8.0/24 [110/129] via 171.28.11.193, 00:01:00, Serial2/0
O IA   171.28.9.0/25 [110/65] via 171.28.11.193, 00:01:00, Serial2/0
O IA   171.28.9.128/30 [110/128] via 171.28.11.193, 00:01:00, Serial2/0
O IA   171.28.9.132/30 [110/192] via 171.28.11.193, 00:01:00, Serial2/0
O IA   171.28.9.136/30 [110/128] via 171.28.11.193, 00:01:00, Serial2/0
O IA   171.28.10.0/24 [110/130] via 171.28.11.193, 00:01:00, Serial2/0
O      171.28.11.0/25 [110/65] via 171.28.11.197, 00:01:15, Serial3/0
C      171.28.11.128/26 is directly connected, FastEthernet0/0
C      171.28.11.192/30 is directly connected, Serial2/0
C      171.28.11.196/30 is directly connected, Serial3/0
O*IA 0.0.0.0/0 [110/65] via 171.28.11.193, 00:01:00, Serial2/0

Router#
Router#

```

IMAGEN 13. TABLA DE RUTAS DEL ROUTER B4. FUENTE: PROPIA.

Como se puede observar, en la tabla aparecen las redes conectadas directamente (C) y la red 171.28.11.0/25 aprendida por OSPF pues está en el área 2. Además, también aparecen redes de otras áreas (O IA), por eso aparecen todas las redes del área 0 y la red 171.28.10.0/24, que es la agregación del área 1, pues tenemos agregadas las rutas del área 1 y 2. Sin embargo, para todas las redes externas, vemos que aparece una sola entrada por defecto. Esto se debe a que hemos configurado el área como stub, que lo que hace es que el ABR filtre los LSA tipo 4 y 5, y genera un LSA tipo 3 con una ruta por defecto para todas las redes externas. Y vemos perfectamente que, efectivamente, esto ocurre en esta área. Un comentario interesante es la diferencia con el área 1, que es totally stub. En el 1 se filtraban también los LSA tipo 3, por lo que la ruta por defecto se usa también para las redes de otras áreas de la organización B, lo que hace que la tabla de rutas sea más corta pues no aparecen todas las rutas inter-área (O IA).

Respecto a la configuración anterior, vemos que ahora hay muchas menos entradas en la tabla de rutas pues ahora no se muestra una entrada para cada red externa aprendida, sino que simplemente se usa una ruta por defecto gracias al filtrado que realiza el ABR.

Deshabilite la interfaz del router RouterB0 que conecta con el RouterB2. Espere a que la red converja de nuevo. A continuación, realiza el traceroute de nuevo entre RouterB0 y HostB1 y justifica el camino que ahora siguen los paquetes.

Usando el comando “shutdown”, deshabilitamos la interfaz correspondiente. Pasado un tiempo, realizamos el traceroute y obtenemos:

```

Router(config)#interface serial 3/0
Router(config-if)#shutdown

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial3/0, changed state to administratively down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial3/0, changed state to down

00:07:13: %OSPF-5-ADJCHG: Process 100, Nbr 171.28.11.193 on Serial3/0 from FULL to DOWN, Neighbor Down: Interface down or detached

Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface Serial3/0
Router(config-if)#
Router(config-if)#
Router(config-if)#exit
Router(config)#exit
Router#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

Router#
Router#traceroute 171.28.9.126
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 171.28.9.126

 0  171.28.9.134  48 msec  31 msec  13 msec
 1  171.28.9.138  1 msec   28 msec  16 msec
 2  *                *
 3  *                *

Router#

```

IMAGEN 14. TRACEROUTE ENTRE ROUTER B0 Y HOST B1. FUENTE: PROPIA.

Como era esperado, ahora al hacer traceroute desde el router B0 con destino el host B1 se pasa por el router B1, ya que la interfaz que conecta con el router B2 (que es por donde tendría que ir en condiciones normales) está deshabilitada. Por tanto, ahora pasa por 171.28.9.134 (Router B1) y 171.28.9.138 (Router B2) antes de llegar al host, pues tras desactivar la interfaz que conecta con el router B2, éste es el único camino posible restante.

Utilizando la herramienta Packet Tracer capture tráfico OSPF para mostrar al menos dos tipos de LSA diferentes que se intercambian los routers del escenario e indique su propósito.

Para capturar los LSA, usamos el modo simulación del programa Packet Tracer.

Para que se generasen LSA, deshabilitamos una interfaz del router B4 del área 2. Después de volver a activarla pudimos capturar un mensaje OSPF con el siguiente LSA:

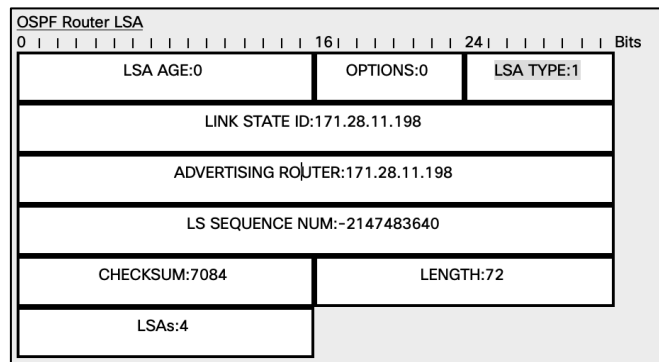


IMAGEN 15. LSA TIPO 1 INTERCEPTADO, ORIGINADO EN EL ROUTER B4. FUENTE: PROPIA.

Como se puede observar, es un LSA tipo 1 anunciando la dirección 171.28.11.198 (es la interfaz que desactivamos y volvimos a activar). Este tipo de LSA se mueve solo dentro de un área y nunca sale fuera, y sirve para describir los enlaces del router que lo genera, en este caso el router B4.

También capturamos un LSA tipo 5 anunciando una red externa de la organización A, en este caso la red 171.28.3.0:

OSPF LSA Header																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

IMAGEN 16. LSA TIPO 5 INTERCEPTADO, ORIGINADO EN EL ROUTER B0. FUENTE: PROPIA.

Como vemos en la figura, el LSA es de tipo 5 y anuncia la red externa de la organización A, 171.28.3.0. Además, también observamos que el router que anuncia la ruta es el router B0, pues sabemos que el ID de un router es su mayor IP, por lo que se usa la dirección 171.28.9.133 como ID. También se pueden ver otros datos en el LSA, como su número de secuencia o su edad, entre otros. Este tipo de LSA lo genera el ASBR del sistema autónomo (en este caso el router B0) para anunciar rutas externas (de otros sistemas autónomos) al resto de routers. En nuestro caso, solo se moverá por el área 0, pues tenemos configuradas las áreas 1 y 2 como totally stub y stub, respectivamente. Esto hace que los LSA de tipo 5 como el capturado se filtren.

5.2 INTERCONEXIÓN Y REDISTRIBUCIÓN DE RUTAS

Muestre las tablas de rutas de los routers RouterA2 y RouterB0 y coméntelas en detalle.

Tabla del router A2:

```

Router>enable
Router#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    171.28.0.0/16 is variably subnetted, 24 subnets, 6 masks
R       171.28.0.0/23 [120/1] via 171.28.3.129, 00:00:09, GigabitEthernet0/0
R       171.28.2.0/24 [120/1] via 171.28.3.210, 00:00:07, Serial0/3/1
R       171.28.3.0/25 [120/1] via 171.28.3.210, 00:00:07, Serial0/3/1
C       171.28.3.128/26 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       171.28.3.130/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
R       171.28.3.192/30 [120/1] via 171.28.3.197, 00:00:14, Serial0/3/0
           [120/1] via 171.28.3.129, 00:00:09, GigabitEthernet0/0
C       171.28.3.196/30 is directly connected, Serial0/3/0
L       171.28.3.198/32 is directly connected, Serial0/3/0
R       171.28.3.200/30 [120/1] via 171.28.3.210, 00:00:07, Serial0/3/1
           [120/1] via 171.28.3.129, 00:00:09, GigabitEthernet0/0
R       171.28.3.204/30 [120/1] via 171.28.3.210, 00:00:07, Serial0/3/1
           [120/1] via 171.28.3.197, 00:00:14, Serial0/3/0
C       171.28.3.208/30 is directly connected, Serial0/3/1
L       171.28.3.209/32 is directly connected, Serial0/3/1
C       171.28.3.212/30 is directly connected, Serial0/2/0
L       171.28.3.213/32 is directly connected, Serial0/2/0
R       171.28.3.216/30 [120/1] via 171.28.3.210, 00:00:07, Serial0/3/1
R       171.28.8.0/24 [120/1] via 171.28.3.214, 00:00:13, Serial0/2/0
R       171.28.9.0/25 [120/1] via 171.28.3.214, 00:00:13, Serial0/2/0
R       171.28.9.128/30 [120/1] via 171.28.3.214, 00:00:13, Serial0/2/0
R       171.28.9.132/30 [120/1] via 171.28.3.214, 00:00:13, Serial0/2/0
R       171.28.9.136/30 [120/1] via 171.28.3.214, 00:00:13, Serial0/2/0
R       171.28.10.0/24 [120/1] via 171.28.3.214, 00:00:13, Serial0/2/0
R       171.28.10.0/25 is possibly down, routing via 171.28.3.214, Serial0/2/0
R       171.28.11.0/24 [120/1] via 171.28.3.214, 00:00:13, Serial0/2/0
R       171.28.11.0/25 is possibly down, routing via 171.28.3.214, Serial0/2/0

Router#
Router#

```

IMAGEN 17. TABLA DE RUTAS DEL ROUTER A2. FUENTE: PROPIA.

Además de las redes directamente conectadas al router, aparecen rutas aprendidas por RIP. Hay dos tipos (no se distinguen en la tabla), las de la organización A y las de la B. Como se puede observar y era previsible, todas las redes de la organización B (171.28.8.0/22) tienen la misma interfaz de salida, Serial0/2/0, pues es la interfaz por la que se llega a 171.28.3.214, que es del router B0 (router que interconecta ambas organizaciones).

Tabla de rutas del router B0:

```
Router>enable
Router#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
        i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
        * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
        P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

171.28.0.0/16 is variably subnetted, 18 subnets, 5 masks
R    171.28.0.0/23 [120/2] via 171.28.3.213, 00:00:27, Serial8/0
R    171.28.2.0/24 [120/3] via 171.28.3.213, 00:00:27, Serial8/0
R    171.28.3.0/25 [120/2] via 171.28.3.213, 00:00:27, Serial8/0
R    171.28.3.128/26 [120/1] via 171.28.3.213, 00:00:27, Serial8/0
R    171.28.3.192/30 [120/2] via 171.28.3.213, 00:00:27, Serial8/0
R    171.28.3.196/30 [120/1] via 171.28.3.213, 00:00:27, Serial8/0
R    171.28.3.200/30 [120/2] via 171.28.3.213, 00:00:27, Serial8/0
R    171.28.3.204/30 [120/2] via 171.28.3.213, 00:00:27, Serial8/0
R    171.28.3.208/30 [120/1] via 171.28.3.213, 00:00:27, Serial8/0
C    171.28.3.212/30 is directly connected, Serial8/0
R    171.28.3.216/30 [120/2] via 171.28.3.213, 00:00:27, Serial8/0
C    171.28.8.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
O    171.28.9.0/25 [110/65] via 171.28.9.130, 00:06:31, Serial3/0
C    171.28.9.128/30 is directly connected, Serial3/0
C    171.28.9.132/30 is directly connected, Serial2/0
O    171.28.9.136/30 [110/364] via 171.28.9.134, 00:06:31, Serial2/0
        [110/364] via 171.28.9.130, 00:06:31, Serial3/0
O IA  171.28.10.0/24 [110/66] via 171.28.9.134, 00:05:52, Serial2/0
O IA  171.28.11.0/24 [110/128] via 171.28.9.130, 00:05:42, Serial3/0

Router#
```

IMAGEN 18. TABLA DE RUTAS DEL ROUTER B0. FUENTE: PROPIA.

Además de las redes conectadas directamente al router, aparecen redes aprendidas por RIP, otras por OSPF y otras por OPSF pero inter-área. Esto se debe a que este router es “especial” en nuestra topología, es el ASBR, el que conecta ambas organizaciones, y por tanto ejecuta tanto RIP como OSPF. Por tanto, vemos cómo se han aprendido las redes de la organización A por RIP, mientras que las de la organización B se aprenden por OSPF. En este último caso, hay 2 redes que son inter-área (IA). Estas son la 171.28.10.0/24 y 171.28.11.0/24, que son las direcciones que agrupan las redes del área 1 y del área 2, respectivamente. Vemos que haber realizado la agregación de rutas ahorra entradas en la tabla de rutas. Otro detalle a destacar es que la interfaz de salida para llegar a todas las redes de la organización A es la misma la serial8/0, ya que esta interfaz conecta con el router A2 de la organización A.

Realice un traceroute del host HostA2 al HostB4. Explica y justifica el camino que se sigue. Indica cómo es posible que el RouterA1 que utiliza un protocolo de enrutamiento intra-dominio, puede obtener información de otro SA distinto que utiliza otro protocolo de enrutamiento intra-dominio distinto.

A continuación, se muestra el resultado de la orden tracert (usamos este comando, pues traceroute no funcionaba en los hosts):

```

C:\>tracert 171.28.11.190

Tracing route to 171.28.11.190 over a maximum of 30 hops:

  1  0 ms    0 ms    0 ms    171.28.2.1
  2  0 ms    0 ms    0 ms    171.28.3.217
  3  1 ms    0 ms    9 ms    171.28.3.209
  4  1 ms    3 ms    1 ms    171.28.3.214
  5  28 ms   3 ms    2 ms    171.28.9.130
  6  4 ms    31 ms   14 ms   171.28.11.194
  7  3 ms    3 ms    2 ms    171.28.11.190

Trace complete.

C:\>

```

IMAGEN 19. TRACERT DESDE EL HOST A2 HASTA EL HOST B4. FUENTE: PROPIA.

El primer salto es la 171.28.2.1, que se corresponde al router A4. Después, pasa por 171.28.3.217, que es del router A3. Luego, pasa por la 171.28.3.209, que es del router A2. Luego, como última IP dentro de la organización A, pasa por la 171.28.3.214, que es la interfaz del router B0 que conecta ambas organizaciones. Luego, ya dentro de la organización B, pasa por 171.28.9.130, que es el router B2. Por último, pasa por el router B4 (171.28.11.194), antes de llegar al destino. El camino que sigue, si nos fijamos en la topología, es fácil de ver que es el más “corto”, en cuanto a número de saltos se refiere. Por tanto, es lógico que se siga este camino pues en RIP la medida usada es el número de saltos, y en la organización B (OSPF) todas las interfaces por las que se podría llegar al destino en el router B0 tienen el mismo coste, por lo que es normal que termine eligiéndose el camino con menos saltos.

Por su parte, el router A1 consigue información de las redes en otro SA distinto (organización B) pues tenemos implementadas la redistribución de rutas en el router B0. Por tanto, ese router inyectará en la organización A usando RIP información sobre las redes que aprende de la organización B por OSPF, y viceversa. Esto hace que en la tabla de rutas del router A1 haya entradas para redes de la organización B.

Tras la redistribución consulte las tablas de rutas de los routers del Área 1 para demostrar que se trata de una totally stub área. ¿Qué sucede con la tabla de rutas? ¿Por qué?

Primero, mostraré la tabla de rutas del router B3:

```

Router>enable
Router#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
        i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
        * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
        P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 171.28.10.1 to network 0.0.0.0

    171.28.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       171.28.10.0/25 is directly connected, FastEthernet1/0
C       171.28.10.128/27 is directly connected, FastEthernet0/0
O*IA 0.0.0.0/0 [110/2] via 171.28.10.1, 00:14:13, FastEthernet1/0

Router#

```

IMAGEN 20. TABLA DE RUTAS DEL ROUTER B3. FUENTE: PROPIA.

Como podemos ver, tras configurar como totally stub el área 1, solo hay 3 entradas en la tabla de rutas del router B3. Aparecen las dos redes directamente conectadas, y una ruta por defecto para todo lo demás. Es decir, para salir del área o ir fuera de la organización se tiene que ir por la ruta por defecto, 171.28.10.1, que se corresponde con el router B1, el ABR del área, lo que demuestra que es un totally stub area. Al configurarse como totally stub, el ABR (router B1) lo que hace es filtrar todos los LSA tipo 3, 4 y 5, para que no pasen al área 1. En su lugar, simplemente genera un LSA tipo 3 con la ruta por defecto para que la aprendan los routers internos. Con esto, conseguimos que la tabla de rutas reduzca considerablemente su número de entradas.

Ahora, mostramos la tabla del router B1:

```
Router>enable
Router#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

171.28.0.0/16 is variably subnetted, 19 subnets, 6 masks
O E2 171.28.0.0/23 [110/200] via 171.28.9.133, 00:21:46, Serial2/0
O E2 171.28.2.0/24 [110/200] via 171.28.9.133, 00:21:46, Serial2/0
O E2 171.28.3.0/25 [110/200] via 171.28.9.133, 00:21:46, Serial2/0
O E2 171.28.3.128/26 [110/200] via 171.28.9.133, 00:21:46, Serial2/0
O E2 171.28.3.192/30 [110/200] via 171.28.9.133, 00:21:46, Serial2/0
O E2 171.28.3.196/30 [110/200] via 171.28.9.133, 00:21:46, Serial2/0
O E2 171.28.3.200/30 [110/200] via 171.28.9.133, 00:21:46, Serial2/0
O E2 171.28.3.204/30 [110/200] via 171.28.9.133, 00:21:46, Serial2/0
O E2 171.28.3.208/30 [110/200] via 171.28.9.133, 00:21:46, Serial2/0
O E2 171.28.3.212/30 [110/200] via 171.28.9.133, 00:21:46, Serial2/0
O E2 171.28.3.216/30 [110/200] via 171.28.9.133, 00:21:46, Serial2/0
O 171.28.8.0/24 [110/65] via 171.28.9.133, 00:21:46, Serial2/0
O 171.28.9.0/25 [110/129] via 171.28.9.133, 00:21:31, Serial2/0
O 171.28.9.128/30 [110/128] via 171.28.9.133, 00:21:46, Serial2/0
C 171.28.9.132/30 is directly connected, Serial2/0
C 171.28.9.136/30 is directly connected, Serial3/0
C 171.28.10.0/25 is directly connected, FastEthernet0/0
O 171.28.10.128/27 [110/2] via 171.28.10.2, 00:21:11, FastEthernet0/0
O IA 171.28.11.0/24 [110/192] via 171.28.9.133, 00:20:36, Serial2/0

Router#
```

IMAGEN 21. TABLA DE RUTAS DEL ROUTER B1. FUENTE: PROPIA.

Vemos que esta tabla de rutas es mucho más larga. Esto es debido a que el router B1 está, no solo en el área 1, sino en el área 0 (backbone) también. Por tanto, además de las redes directamente conectadas, aprende todas las rutas externas de la organización A (O E2) y las redes del área 0 por OSPF (O) y las del área 1. También vemos que hay una red de tipo inter-área, la 171.28.11.0. Ésta se corresponde con la agregación de las redes del área 2, que vemos que ahorra entradas en la tabla de rutas. Por tanto, vemos que el hecho de que el área 1 sea totally stub no afecta al número de entradas del router B1 (ABR del área 1), pues el router está en otra área que no lo es.

Consulte también las tablas de rutas de los routers del Área 2 y explique por qué se trata de un área stub. ¿Qué ocurriría en el caso de que no fuera stub? ¿Por qué?

Primero, mostramos la tabla de rutas del router B4:

```

Router>enable
Router#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
        i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
        * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
        P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 171.28.11.193 to network 0.0.0.0

    171.28.0.0/16 is variably subnetted, 10 subnets, 4 masks
O IA   171.28.8.0/24 [110/129] via 171.28.11.193, 00:27:24, Serial2/0
O IA   171.28.9.0/25 [110/65] via 171.28.11.193, 00:27:24, Serial2/0
O IA   171.28.9.128/30 [110/128] via 171.28.11.193, 00:27:24, Serial2/0
O IA   171.28.9.132/30 [110/192] via 171.28.11.193, 00:27:24, Serial2/0
O IA   171.28.9.136/30 [110/364] via 171.28.11.193, 00:27:24, Serial2/0
O IA   171.28.10.0/24 [110/194] via 171.28.11.193, 00:26:49, Serial2/0
O      171.28.11.0/25 [110/65] via 171.28.11.197, 00:27:39, Serial3/0
C      171.28.11.128/26 is directly connected, FastEthernet0/0
C      171.28.11.192/30 is directly connected, Serial2/0
C      171.28.11.196/30 is directly connected, Serial3/0
O*IA  0.0.0.0/0 [110/65] via 171.28.11.193, 00:27:39, Serial2/0

Router#

```

IMAGEN 22. TABLA DE RUTAS DEL ROUTER B4. FUENTE: PROPIA.

Como se puede observar, en este caso sí que aparecen redes de otras áreas, no como en el caso del router B3 del área 1. Como el área 2 es stub, además de las redes directamente conectadas o de la misma área y aprendidas por OSPF, también hay entradas para redes de otras áreas (O IA). En este caso, aparecen entradas para las redes del área 0 y una entrada para la red agregada del área 1. Sin embargo, se trata de un área stub porque vemos cómo no hay entradas para redes externas, pues al configurarse como stub lo que ocurre es que el ABR filtra los LSA tipo 4 y 5, y genera un LSA tipo 3 con la ruta por defecto (es la última entrada de la tabla).

Ahora vemos la tabla del router B5:

```

Router>enable
Router#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
        i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
        * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
        P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 171.28.11.198 to network 0.0.0.0

    171.28.0.0/16 is variably subnetted, 10 subnets, 4 masks
O IA   171.28.8.0/24 [110/193] via 171.28.11.198, 00:31:50, Serial2/0
O IA   171.28.9.0/25 [110/129] via 171.28.11.198, 00:31:50, Serial2/0
O IA   171.28.9.128/30 [110/192] via 171.28.11.198, 00:31:50, Serial2/0
O IA   171.28.9.132/30 [110/256] via 171.28.11.198, 00:31:50, Serial2/0
O IA   171.28.9.136/30 [110/428] via 171.28.11.198, 00:31:50, Serial2/0
O IA   171.28.10.0/24 [110/258] via 171.28.11.198, 00:01:11, Serial2/0
C      171.28.11.0/25 is directly connected, FastEthernet0/0
O      171.28.11.128/26 [110/65] via 171.28.11.198, 00:32:00, Serial2/0
O      171.28.11.192/30 [110/128] via 171.28.11.198, 00:32:00, Serial2/0
C      171.28.11.196/30 is directly connected, Serial2/0
O*IA  0.0.0.0/0 [110/129] via 171.28.11.198, 00:32:00, Serial2/0

Router#

```

IMAGEN 23. TABLA DE RUTAS DEL ROUTER B5. FUENTE: PROPIA.

En este router observamos una situación similar a la anterior. Se confirma que el área 2 es stub pues no hay ninguna entrada para redes externas, simplemente tenemos una ruta por defecto para ellas. Para las demás redes, tanto conectadas directamente como aprendidas por OSPF (tanto redes del mismo área como de otras áreas), tenemos entradas

en la tabla de rutas. Cabe destacar que en el área 1 se hizo agregación de rutas y para todas sus redes hay una única entrada en la tabla con la red que las engloba a todas.

Por último, mostramos la tabla de rutas del router B2, el ABR del área:

```
Router>enable
Router#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    171.28.0.0/16 is variably subnetted, 21 subnets, 5 masks
O E2   171.28.0.0/23 [110/200] via 171.28.9.129, 00:39:29, Serial2/0
O E2   171.28.2.0/24 [110/200] via 171.28.9.129, 00:39:29, Serial2/0
O E2   171.28.3.0/25 [110/200] via 171.28.9.129, 00:39:29, Serial2/0
O E2   171.28.3.128/26 [110/200] via 171.28.9.129, 00:39:29, Serial2/0
O E2   171.28.3.192/30 [110/200] via 171.28.9.129, 00:39:29, Serial2/0
O E2   171.28.3.196/30 [110/200] via 171.28.9.129, 00:39:29, Serial2/0
O E2   171.28.3.200/30 [110/200] via 171.28.9.129, 00:39:29, Serial2/0
O E2   171.28.3.204/30 [110/200] via 171.28.9.129, 00:39:29, Serial2/0
O E2   171.28.3.208/30 [110/200] via 171.28.9.129, 00:39:29, Serial2/0
O E2   171.28.3.212/30 [110/200] via 171.28.9.129, 00:39:29, Serial2/0
O E2   171.28.3.216/30 [110/200] via 171.28.9.129, 00:39:29, Serial2/0
O      171.28.8.0/24 [110/65] via 171.28.9.129, 00:39:29, Serial2/0
C      171.28.9.0/25 is directly connected, FastEthernet0/0
C      171.28.9.128/30 is directly connected, Serial2/0
C      171.28.9.132/30 [110/128] via 171.28.9.129, 00:39:29, Serial2/0
C      171.28.9.136/30 is directly connected, Serial3/0
O IA   171.28.10.0/24 [110/130] via 171.28.9.129, 00:08:45, Serial2/0
O      171.28.11.0/25 [110/129] via 171.28.11.194, 00:39:24, Serial9/0
O      171.28.11.128/26 [110/65] via 171.28.11.194, 00:39:34, Serial9/0
C      171.28.11.192/30 is directly connected, Serial9/0
O      171.28.11.196/30 [110/128] via 171.28.11.194, 00:39:34, Serial9/0

Router#
Router#
Router#
```

IMAGEN 24. TABLA DE RUTAS DEL ROUTER B2. FUENTE: PROPIA.

Observamos que ocurre algo similar a lo que ocurría con el ABR en el área 1, el hecho de que el área 2 sea stub no reduce el número de entradas en la tabla de rutas del router B2 pues éste se encuentra también en el área 0. Por tanto, encontramos entradas para todo tipo de redes. Además de las conectadas directamente, encontramos que se han aprendido por OSPF las rutas externas de la organización A (O E2), las rutas del área 0, las rutas del área 2 y la ruta agregada del área 1 (O IA). Sin embargo, no hay ruta por defecto.

Si el área no fuera stub, lo que encontraríamos en las dos primeras tablas de rutas mostradas (en la última no porque es el ABR y hemos visto que no le afecta, siguen apareciendo las rutas externas aun siendo el área 2 stub, debido a que el router también está en el área 0) sería que, además de lo que muestran ahora, aparecerían entradas para todas las redes externas que aprenderían de la organización A, pues el ABR no filtraría los LSA tipo 4 y 5, lo que haría que las tablas de rutas fuesen más extensas.

6. CONCLUSIONES

Como conclusión, estamos muy satisfechos con el resultado final de la práctica, ya que hemos podido realizar todo lo que se pedía de forma satisfactoria, aún encontrando ciertas dificultades, y hemos sabido formalizar el presente informe respondiendo a las cuestiones planteadas adecuadamente.

Durante el transcurso de la práctica, hemos encontrado ciertas dificultades, pero con la ayuda del profesor de prácticas, Juan Antonio, finalmente fuimos capaces de solventar

los problemas. Algunos de los problemas fueron relacionados a cuestiones de diseño importantes como el direccionamiento, ya que al principio no teníamos claro si era correcto que se “perdiesen” ciertas direcciones al hacer el direccionamiento para que la agregación de rutas fuese posible en la organización B. Otros, sin embargo, fueron relacionados con el programa usado, Packet Tracer, ya que a veces tiene un comportamiento poco deseable. Por ejemplo, a veces sitúa las etiquetas de las interfaces de los routers de forma que puede llevar a error, entre otros “bugs” molestos del programa. No obstante, conforme fue pasando el tiempo y nos fuimos familiarizando con el programa, fuimos siendo conscientes de estos problemas y no supusieron mayor problema.

Así, pensamos que ésta ha sido una práctica amena y que nos ha ayudado a comprender mejor los conceptos vistos en la teoría de la asignatura, además de que hemos podido ver cómo funcionan todos estos conceptos de una manera más práctica.

En cuanto al tiempo dedicado a la práctica, la mayoría del tiempo fue sacado de las sesiones de laboratorio semanales de la asignatura, aunque al final del desarrollo de la práctica si que tuvimos que dedicar cierto tiempo (unas 5 horas) a terminar esta memoria y a comprobar que todo estuviese correctamente antes de entregar el trabajo.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Apuntes de la asignatura Arquitectura de Redes, 3º Grado en Ingeniería Informática, curso 2021-2022.
- Boletines de prácticas de la asignatura Arquitectura de Redes, 3º de Grado en Ingeniería Informática, curso 2021-2022.