

Redes de Computadoras 2020

TP 2: Ruteo interno dinámico

Alumnos:

Losano Quintana, Juan Cruz (locxhalosano45@gmail.com)

Piñero, Tomás Santiago (tom-300@hotmail.com)

Docente:

Natasha Tomattis (natasha.tomattis@mi.unc.edu.ar)

Ayudantes: Aguerreberry Matthew, Sulca Sergio, Moral Ramiro



Objetivos

Ruteo estático, tablas de ruteo internas de los hosts. Ruteo dinamico, revisión de los algoritmos, revisión de los protocolos. Implementación de caso de uso con Packet Tracer. Implementación de caso de uso para IPv4 con containers.

Requisitos

- Computadora por cada 2 personas

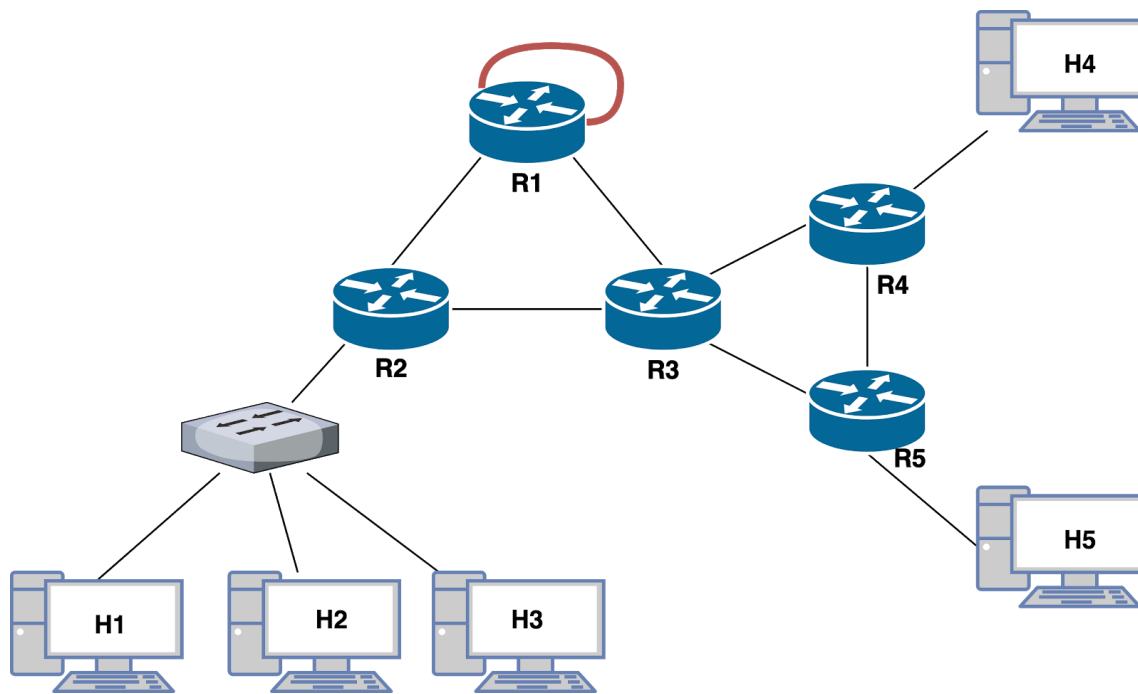
Consignas

Ruteo dinamico OSPF con docker-compose

Recomendaciones

- Lea con cuidado las consignas
- Tenga certeza de los comandos que ejecuta
- Realizar todas las configuraciones para IPv4

Diagrama de red



Consignas

1. Modificar el archivo docker-compose para replicar la topología definida en el diagrama.

2. Crear y modificar los archivos de configuración para cada router.

Dispositivo	Interfaz	Dirección IP/24
R1	lo	10.10.10.10
	eth0 (R1 a R2)	192.168.12.11
	eth1 (R1 a R3)	192.168.13.11
R2	eth0 (R2 a R1)	192.168.12.21
	eth1 (R2 a R3)	192.168.23.11
	eth2 (R2 a SW)	10.0.2.11
R3	eth0 (R3 a R1)	192.168.13.31
	eth1 (R3 a R2)	192.168.23.32
	eth2 (R3 a R4)	192.168.34.11
	eth3 (R3 a R5)	192.168.35.11
R4	eth0 (R4 a R3)	192.168.34.43
	eth1 (R4 a R5)	192.168.45.11
	eth2 (R4 a H4)	10.0.4.11
R5	eth0 (R5 a R3)	192.168.35.53
	eth1 (R5 a R4)	192.168.45.54
	eth2 (R5 a H5)	10.0.5.11
H1	eth0	10.0.2.12
H2	eth0	10.0.2.13
H3	eth0	10.0.2.14
H4	eth0	10.0.4.12
H5	eth0	10.0.5.12

3. Configurar cada router para que funcione OSPF.
 - a. Probar interconexión entre los distintos puntos y verificar que que las tablas de ruteo de los routers muestran las rutas OSPF.

```
jclosano@jclosano-VirtualBox:~$ docker exec -ti ospf_h1_1 ash
/ # ping 10.0.4.12
PING 10.0.4.12 (10.0.4.12): 56 data bytes
64 bytes from 10.0.4.12: seq=1 ttl=61 time=0.161 ms
64 bytes from 10.0.4.12: seq=5 ttl=61 time=0.098 ms
64 bytes from 10.0.4.12: seq=7 ttl=61 time=0.111 ms
64 bytes from 10.0.4.12: seq=8 ttl=61 time=0.149 ms
^C
--- 10.0.4.12 ping statistics ---
9 packets transmitted, 4 packets received, 55% packet loss
round-trip min/avg/max = 0.098/0.129/0.161 ms
```

Fig. 1 - Ping del Host 1 al Host 4.

```
jclosano@jclosano-VirtualBox:~$ docker exec -ti ospf_h1_1 ash
/ # ping 10.0.5.12
PING 10.0.5.12 (10.0.5.12): 56 data bytes
64 bytes from 10.0.5.12: seq=3 ttl=61 time=0.349 ms
64 bytes from 10.0.5.12: seq=7 ttl=61 time=0.219 ms
64 bytes from 10.0.5.12: seq=8 ttl=61 time=0.184 ms
64 bytes from 10.0.5.12: seq=9 ttl=61 time=0.693 ms
64 bytes from 10.0.5.12: seq=10 ttl=61 time=0.137 ms
^C
--- 10.0.5.12 ping statistics ---
11 packets transmitted, 5 packets received, 54% packet loss
round-trip min/avg/max = 0.137/0.316/0.693 ms
```

Fig. 2 - Ping del Host 1 al Host 5.

```
r3# sh ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, P - PIM, A - Babel, N - NHRP,
       > - selected route, * - FIB route

K>* 0.0.0.0/0 via 192.168.13.1, eth0
O>* 10.0.2.0/24 [110/20] via 192.168.23.11, eth1, 00:16:24
O>* 10.0.4.0/24 [110/20] via 192.168.34.43, eth2, 00:16:22
O>* 10.0.5.0/24 [110/20] via 192.168.35.53, eth3, 00:16:17
C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo
O>* 192.168.12.0/24 [110/20] via 192.168.13.11, eth0, 00:16:23
   *                               via 192.168.23.11, eth1, 00:16:23
O 192.168.13.0/24 [110/10] is directly connected, eth0, 00:17:06
C>* 192.168.13.0/24 is directly connected, eth0
O 192.168.23.0/24 [110/10] is directly connected, eth1, 00:17:06
C>* 192.168.23.0/24 is directly connected, eth1
O 192.168.34.0/24 [110/10] is directly connected, eth2, 00:16:25
C>* 192.168.34.0/24 is directly connected, eth2
O 192.168.35.0/24 [110/10] is directly connected, eth3, 00:16:22
C>* 192.168.35.0/24 is directly connected, eth3
O>* 192.168.45.0/24 [110/20] via 192.168.35.53, eth3, 00:16:12
   *                               via 192.168.34.43, eth2, 00:16:12
```

Fig. 3 - IP route del router 3.

4. Identificar y Analizar los mensajes de OSPF.

*br-eb975b386e91

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
13	33.022903384	192.168.35.11	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
14	34.597356657	192.168.35.53	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
17	43.015087774	192.168.35.11	192.168.35.53	OSPF	66	DB Description
18	43.023111553	192.168.35.11	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
19	44.590531200	192.168.35.53	192.168.35.11	OSPF	66	DB Description
20	44.590721371	192.168.35.11	192.168.35.53	OSPF	206	DB Description
21	44.590974241	192.168.35.53	192.168.35.11	OSPF	86	DB Description
22	44.591122487	192.168.35.53	224.0.0.5	OSPF	122	LS Update
23	44.592694448	192.168.35.53	224.0.0.5	OSPF	122	LS Update
24	44.592780834	192.168.35.53	224.0.0.5	OSPF	154	LS Update
25	44.593077491	192.168.35.11	192.168.35.53	OSPF	66	DB Description
26	44.593193528	192.168.35.53	192.168.35.11	OSPF	82	LS Request
27	44.593578909	192.168.35.11	192.168.35.53	OSPF	70	LS Request
28	44.593699702	192.168.35.53	224.0.0.5	OSPF	122	LS Update
29	44.594491652	192.168.35.11	224.0.0.6	OSPF	134	LS Update
30	44.595205667	192.168.35.11	224.0.0.6	OSPF	182	LS Update
31	44.597762165	192.168.35.53	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
32	44.598525716	192.168.35.11	224.0.0.5	OSPF	134	LS Update
36	45.016001432	192.168.35.11	224.0.0.5	OSPF	98	LS Acknowledge
38	48.029312444	192.168.35.53	224.0.0.5	OSPF	226	LS Update
39	48.029407965	192.168.35.53	192.168.35.11	OSPF	70	LS Request
40	48.029797044	192.168.35.11	224.0.0.5	OSPF	226	LS Update
41	48.032032729	192.168.35.11	224.0.0.5	OSPF	110	LS Update
42	48.032354311	192.168.35.53	224.0.0.5	OSPF	154	LS Update
43	48.595048172	192.168.35.53	224.0.0.5	OSPF	78	LS Acknowledge
44	49.018707844	192.168.35.11	224.0.0.5	OSPF	158	LS Acknowledge
47	53.013448138	192.168.35.11	224.0.0.5	OSPF	110	LS Update

▶ Frame 13: 82 bytes on wire (656 bits), 82 bytes captured (656 bits) on interface 0
 ▶ Ethernet II, Src: 02:42:c0:a8:23:0b (02:42:c0:a8:23:0b), Dst: IPv4mcast_05 (01:00:5e:00:00:05)
 ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.35.11, Dst: 224.0.0.5
 ▶ Open Shortest Path First

Hello: permite al router descubrir los routers adyacentes a él. Estos mensajes se envían cada un cierto intervalo de tiempo (10 segundos aproximadamente) para comunicarle a los routers vecinos que sigue funcionando. Si un router deja de recibir este paquete, asume que el vecino en esa interfaz está caído.

DB Description: contienen la descripción de la topología del área. Este paquete transmite los contenidos de la base de datos de los estados de los enlaces (LSDB) de un router a otro.

LS Request: (Link state) utilizados por el router para pedir información sobre los estados en otro router.

LS Update: contienen información sobre los estados de los enlaces en la base de datos. Se envían en respuesta al request y también de manera multicast cada un cierto periodo de tiempo.

LS Acknowledge: sirve para confirmar la recepción del LS update.

5. Controlar la elección del router designado. Describir el método utilizado.

Se designo manualmente al router 3 como router designado, y al router 1 como router de backup. Hay dos métodos:

1. El router con mayor prioridad OSPF se convierte en DR. La prioridad por defecto es 1.
 2. Si las prioridades son todas iguales, el router con mayor ID en el segmento se convierte en DR y el segundo router con ID más alto se convierte en BDR.
6. Configurar OSPF en los routers.
 - a. Configurar el router para notificar las redes que están conectadas directamente.

```
! -*- ospf -*-
!
! OSPFd sample configuration file
!
!
hostname r3
password admin
!
interface eth0
interface eth1
interface eth2
interface eth3
!
router ospf
  network 192.168.13.0/24 area 1
  network 192.168.23.0/24 area 1
  network 192.168.34.0/24 area 1
  network 192.168.35.0/24 area 1
!
log file /var/log/quagga/ospfd.log
```

Fig. 4 - Configuración de OSPF en el router 3.

- b. Leer las entradas de las LSDB en cada uno de los routers.

```
r3# sh ip ospf database

      OSPF Router with ID (192.168.35.11)

      Router Link States (Area 0.0.0.1)

Link ID        ADV Router    Age Seq#         CkSum Link count
192.168.13.11  192.168.13.11 346 0x80000000e 0x0cfc 2
192.168.23.11  192.168.23.11 454 0x80000000c 0xdbd5 3
192.168.35.11  192.168.35.11 309 0x800000013 0x8371 4
192.168.45.11  192.168.45.11 482 0x800000010 0xcb5a 3
192.168.45.54  192.168.45.54 312 0x80000000c 0xc5d5 3

      Net Link States (Area 0.0.0.1)

Link ID        ADV Router    Age Seq#         CkSum
192.168.12.11  192.168.13.11 496 0x800000008 0x8ab9
192.168.13.31  192.168.35.11 148 0x800000008 0xb854
192.168.23.32  192.168.35.11 138 0x800000008 0x9a5d
192.168.34.11  192.168.35.11 919 0x800000008 0xe209
192.168.35.11  192.168.35.11 339 0x800000008 0x348b
192.168.45.11  192.168.45.11 1172 0x800000008 0xd9c7
```

En la LSDB se pueden ver los routers que se encuentran en el área (*Router Link States*) junto con la cantidad de enlaces que tiene conectado (*Link*) y los routers designados (*Net Link States*).

En la figura superior se ven los routers designados automáticamente: R1 (192.168.13.11), R3 (192.168.35.11) y R4 (192.168.45.11).

7. Definir las áreas. R1 y R2 están en área A. El resto en el área B.
- a. Leer las entradas de las LSDB en cada uno de los routers

```
OSPF Router with ID (192.168.45.54)
```

Router Link States (Area 0.0.0.11)					
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	CkSum	Link count
192.168.35.11	192.168.35.11	551	0x80000008	0xb1eb	2
192.168.45.11	192.168.45.11	550	0x80000006	0xe65f	3
192.168.45.54	192.168.45.54	544	0x80000009	0xd2e1	3

Net Link States (Area 0.0.0.11)				
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	CkSum
192.168.34.11	192.168.35.11	552	0x80000001	0xf002
192.168.35.11	192.168.35.11	550	0x80000001	0x4284
192.168.45.54	192.168.45.54	549	0x80000001	0x351d

Summary Link States (Area 0.0.0.11)					
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	CkSum	Route
10.0.2.0	192.168.35.11	537	0x80000002	0x554f	10.0.2.0/24
192.168.12.0	192.168.35.11	542	0x80000001	0xb982	192.168.12.0/24
192.168.13.0	192.168.35.11	583	0x80000002	0x48fb	192.168.13.0/24
192.168.23.0	192.168.35.11	583	0x80000002	0xd960	192.168.23.0/24

Fig. 5 - LSDB del router 5: Área 11.

OSPF Router with ID (192.168.13.11)						
Router Link States (Area 0.0.0.0)						
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	CkSum	Link count	
192.168.13.11	192.168.13.11	120	0x80000005	0xbd6d	1	
192.168.23.11	192.168.23.11	121	0x80000005	0xef12	1	
192.168.35.11	192.168.35.11	120	0x80000008	0x8dff	2	
Net Link States (Area 0.0.0.0)						
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	CkSum		
192.168.13.31	192.168.35.11	121	0x80000001	0xc64d		
192.168.23.32	192.168.35.11	121	0x80000001	0xa856		
Summary Link States (Area 0.0.0.0)						
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	CkSum	Route	
10.0.2.0	192.168.13.11	112	0x80000001	0xf1c9	10.0.2.0/24	
10.0.2.0	192.168.23.11	154	0x80000002	0x4575	10.0.2.0/24	
10.0.4.0	192.168.35.11	123	0x80000001	0x4162	10.0.4.0/24	
10.0.5.0	192.168.35.11	114	0x80000002	0x346d	10.0.5.0/24	
192.168.12.0	192.168.13.11	156	0x80000002	0xed6d	192.168.12.0/24	
192.168.12.0	192.168.23.11	123	0x80000003	0xa5aa	192.168.12.0/24	
192.168.34.0	192.168.35.11	157	0x80000002	0x60ce	192.168.34.0/24	
192.168.35.0	192.168.35.11	157	0x80000002	0x55d8	192.168.35.0/24	
192.168.45.0	192.168.35.11	123	0x80000001	0xc09b	192.168.45.0/24	
Router Link States (Area 0.0.0.10)						
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	CkSum	Link count	
192.168.13.11	192.168.13.11	122	0x80000005	0xde62	1	
192.168.23.11	192.168.23.11	123	0x80000007	0x20da	2	
Net Link States (Area 0.0.0.10)						
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	CkSum		
192.168.12.11	192.168.13.11	122	0x80000001	0x98b2		
Summary Link States (Area 0.0.0.10)						
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	CkSum	Route	
10.0.4.0	192.168.13.11	110	0x80000001	0x406f	10.0.4.0/24	
10.0.4.0	192.168.23.11	111	0x80000001	0xf9ab	10.0.4.0/24	
10.0.5.0	192.168.13.11	110	0x80000001	0x3579	10.0.5.0/24	
10.0.5.0	192.168.23.11	111	0x80000001	0xeeb5	10.0.5.0/24	
192.168.13.0	192.168.13.11	120	0x80000003	0xe078	192.168.13.0/24	
192.168.13.0	192.168.23.11	111	0x80000001	0x0344	192.168.13.0/24	
192.168.23.0	192.168.13.11	110	0x80000001	0xda6c	192.168.23.0/24	
192.168.23.0	192.168.23.11	154	0x80000002	0x2e18	192.168.23.0/24	
192.168.34.0	192.168.13.11	110	0x80000001	0x61da	192.168.34.0/24	
192.168.34.0	192.168.23.11	111	0x80000001	0x1b17	192.168.34.0/24	
192.168.35.0	192.168.13.11	110	0x80000001	0x56e4	192.168.35.0/24	
192.168.35.0	192.168.23.11	111	0x80000001	0x1021	192.168.35.0/24	
192.168.45.0	192.168.13.11	110	0x80000001	0xbfa8	192.168.45.0/24	
192.168.45.0	192.168.23.11	111	0x80000001	0x79e4	192.168.45.0/24	

Fig. 6 - LSDB del router 1: Área 0 y Área 11.

8. Verificar el funcionamiento de OSPF

- a. En el router R2 consultar la información acerca de los vecinos R1 y R3 de OSPF.

```
r2# sh ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface	RXmtL	RqstL	DBsmL
192.168.13.11	2	Full/DR	30.153s	192.168.12.11	eth1:192.168.12.21	0	0	0
192.168.35.11	2	Full/DR	37.577s	192.168.23.32	eth2:192.168.23.11	0	0	0

Véase que el router designado del área A es el router 1 y el router 3 es el designado de su propia área.

- b. En el router R2 ver información sobre las operaciones del protocolo de enrutamiento.

```
r2# sh ip ospf
OSPF Routing Process, Router ID: 192.168.23.11
Supports only single TOS (TOS0) routes
This implementation conforms to RFC2328
RFC1583Compatibility flag is disabled
OpaqueCapability flag is disabled
Initial SPF scheduling delay 0 millisec(s)
Minimum hold time between consecutive SPF's 50 millisec(s)
Maximum hold time between consecutive SPF's 5000 millisec(s)
Hold time multiplier is currently 2
SPF algorithm last executed 18m27s ago
Last SPF duration 120 usecs
SPF timer is inactive
Refresh timer 10 secs
This router is an ABR, ABR type is: Alternative Cisco
Number of external LSA 0. Checksum Sum 0x00000000
Number of opaque AS LSA 0. Checksum Sum 0x00000000
Number of areas attached to this router: 2

Area ID: 0.0.0.0 (Backbone)
Number of interfaces in this area: Total: 1, Active: 1
Number of fully adjacent neighbors in this area: 1
Area has no authentication
SPF algorithm executed 12 times
Number of LSA 14
Number of router LSA 3. Checksum Sum 0x00023a7e
Number of network LSA 2. Checksum Sum 0x00016ea3
Number of summary LSA 9. Checksum Sum 0x0004b566
Number of ASBR summary LSA 0. Checksum Sum 0x00000000
Number of NSSA LSA 0. Checksum Sum 0x00000000
Number of opaque link LSA 0. Checksum Sum 0x00000000
Number of opaque area LSA 0. Checksum Sum 0x00000000

Area ID: 0.0.0.10
Shortcutting mode: Default, S-bit consensus: no
Number of interfaces in this area: Total: 2, Active: 2
Number of fully adjacent neighbors in this area: 1
Area has no authentication
Number of full virtual adjacencies going through this area: 0
SPF algorithm executed 13 times
Number of LSA 17
Number of router LSA 2. Checksum Sum 0x0000ff3c
Number of network LSA 1. Checksum Sum 0x000098b2
Number of summary LSA 14. Checksum Sum 0x0006620d
Number of ASBR summary LSA 0. Checksum Sum 0x00000000
Number of NSSA LSA 0. Checksum Sum 0x00000000
Number of opaque link LSA 0. Checksum Sum 0x00000000
Number of opaque area LSA 0. Checksum Sum 0x00000000
```

ABR (Area Border Router): router que une varias áreas.

9. Configurar el costo de OSPF. Modificar los costos de las rutas de manera tal que el funcionamiento se modifique.

Se hace ping desde el host 5 al host 4. En la siguiente captura con *traceroute* se puede ver que el ping se realiza entre el router 4 y router 5.

```
green@vibuntu:~$ sudo docker exec -ti ospf_h4_1 ash
/ # traceroute 10.0.5.12
traceroute to 10.0.5.12 (10.0.5.12), 30 hops max, 38 byte packets
 1 ospf_r4_1.ospf_nr4 (10.0.4.11)  0.066 ms  0.056 ms  0.053 ms
 2 192.168.45.11 (192.168.45.11)  0.051 ms  0.037 ms  0.031 ms
 3 192.168.45.54 (192.168.45.54)  0.031 ms  0.060 ms  0.045 ms
 4 10.0.5.12 (10.0.5.12)  0.044 ms  1.903 ms  0.035 ms
```

Se modificó esta ruta para que la comunicación se dé a través del router 3:

```
jclosano@jclosano-VirtualBox:~/Documents/fcefyfyn/redes/tp2$ docker exec -ti ospf_h4_1 ash
/ # traceroute 10.0.5.12
traceroute to 10.0.5.12 (10.0.5.12), 30 hops max, 46 byte packets
 1 ospf_r4_1.ospf_nr4 (10.0.4.11)  0.009 ms  10.0.4.1 (10.0.4.1)  0.007 ms  ospf_r4_1.ospf_nr4 (10.0.4.11)  0.009 ms
 2 * 192.168.34.11 (192.168.34.11)  0.020 ms  0.017 ms
 3 192.168.35.53 (192.168.35.53)  0.013 ms  0.017 ms  0.399 ms
 4 * 10.0.5.12 (10.0.5.12)  0.009 ms  *
```

10. Redistribuir una ruta OSPF predeterminada.

- Configurar una dirección de loopback en R1 para simular un enlace a un ISP.
- Configurar una ruta estática predeterminada en el router R1.

```
r1# sh ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, P - PIM, A - Babel, N - NHRP,
       > - selected route, * - FIB route

S    0.0.0.0/0 [1/0] via 10.10.10.10, lo
```

Ruta estática a 0.0.0.0/0 por la interfaz loopback con IP 10.10.10.10.

- Incluir la ruta estática en las actualizaciones de OSPF que se envían desde el router R1.

```
r3# sh ip route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIP,
       O - OSPF, I - IS-IS, B - BGP, P - PIM, A - Babel, N - NHRP,
       > - selected route, * - FIB route

O    0.0.0.0/0 [110/1] via 192.168.13.11, eth0, 00:00:43
      via 192.168.23.11, eth1, 00:00:43
K>* 0.0.0.0/0 via 192.168.13.1, eth0
O>* 10.0.2.0/24 [110/20] via 192.168.23.11, eth1, 00:30:44
O>* 10.0.4.0/24 [110/20] via 192.168.34.43, eth2, 00:30:48
O>* 10.0.5.0/24 [110/20] via 192.168.35.53, eth3, 00:30:48
O>* 10.10.10.10/32 [110/10] via 192.168.13.11, eth0, 00:01:08
C>* 127.0.0.0/8 is directly connected, lo
O>* 127.0.0.1/32 [110/10] via 192.168.13.11, eth0, 00:01:16
O>* 192.168.12.0/24 [110/20] via 192.168.13.11, eth0, 00:30:44
      *
      via 192.168.23.11, eth1, 00:30:44
O    192.168.13.0/24 [110/10] is directly connected, eth0, 00:31:34
C>* 192.168.13.0/24 is directly connected, eth0
O    192.168.23.0/24 [110/10] is directly connected, eth1, 00:31:34
C>* 192.168.23.0/24 is directly connected, eth1
O    192.168.34.0/24 [110/10] is directly connected, eth2, 00:31:34
C>* 192.168.34.0/24 is directly connected, eth2
O    192.168.35.0/24 [110/10] is directly connected, eth3, 00:31:34
C>* 192.168.35.0/24 is directly connected, eth3
O>* 192.168.45.0/24 [110/20] via 192.168.35.53, eth3, 00:20:02
```

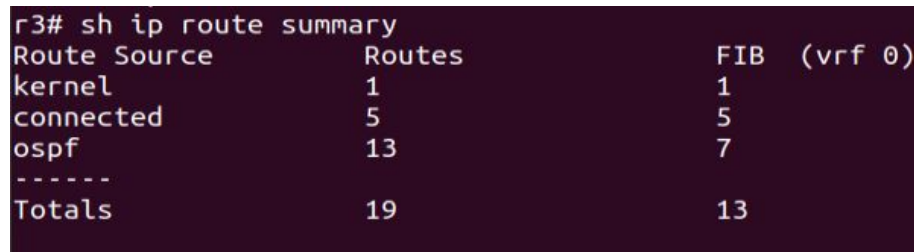
En la figura superior se puede ver que la dirección de loopback de R1, está siendo transmitida por OSPF (10.10.10.10/32).

11. Explicar que sucede en toda la red si se cae una interfaz del router R2.

Si se cae una interfaz del R2, el router va a enviar un paquete *LS Update* que solamente lo acepta el router designado y éste se encarga de reenviar la información a los demás routers.

12. Es lo mismo la tabla RIB (Routing Information Base) que la tabla FIB (Forwarding Information Base)? Justificar con capturas del práctico.

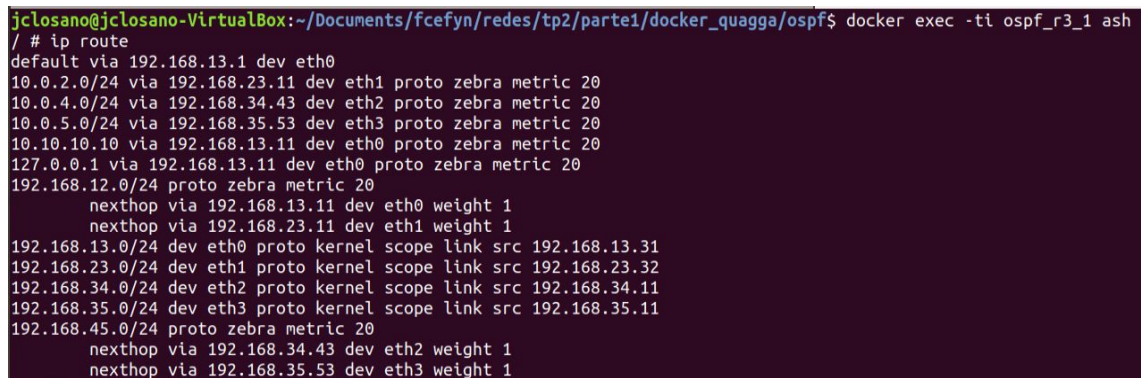
RIB no es lo mismo que la FIB, ya que la primera contiene todas las direcciones de ruteo, mientras que la segunda se encarga de elegir las mejores rutas de la RIB para hacer el envío y recepción de los paquetes.



Route Source	Routes	FIB	(vrf 0)
kernel	1	1	
connected	5	5	
ospf	13	7	

Totals	19	13	

En la figura superior se puede ver el output del comando *sh ip route summary*, donde se muestra la cantidad de rutas existentes junto a su fuente (RIB), y las elecciones realizadas para el FIB.



```
jcclosano@jcclosano-VirtualBox:~/Documents/fcefyf/redes/tp2/parte1/docker_quagga/ospf$ docker exec -ti ospf_r3_1 ash
/ # ip route
default via 192.168.13.1 dev eth0
10.0.2.0/24 via 192.168.23.11 dev eth1 proto zebra metric 20
10.0.4.0/24 via 192.168.34.43 dev eth2 proto zebra metric 20
10.0.5.0/24 via 192.168.35.53 dev eth3 proto zebra metric 20
10.10.10.10 via 192.168.13.11 dev eth0 proto zebra metric 20
127.0.0.1 via 192.168.13.11 dev eth0 proto zebra metric 20
192.168.12.0/24 proto zebra metric 20
    nexthop via 192.168.13.11 dev eth0 weight 1
    nexthop via 192.168.23.11 dev eth1 weight 1
192.168.13.0/24 dev eth0 proto kernel scope link src 192.168.13.31
192.168.23.0/24 dev eth1 proto kernel scope link src 192.168.23.32
192.168.34.0/24 dev eth2 proto kernel scope link src 192.168.34.11
192.168.35.0/24 dev eth3 proto kernel scope link src 192.168.35.11
192.168.45.0/24 proto zebra metric 20
    nexthop via 192.168.34.43 dev eth2 weight 1
    nexthop via 192.168.35.53 dev eth3 weight 1
```

La figura de la pregunta 10.c) muestra la tabla RIB del router 3, mientras que esta figura muestra la tabla FIB.

Links de ayuda

Configuración de OSPF

- <http://docs.frrouting.org/en/latest/>
- http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/iproute_ospf/configuration/12-4t/iro-12-4t-book/iro-cfg.html
- [Configuración de OSPF en CISCO en ipv4 e ipv6](#)



Instalación de Docker CE:

- <https://docs.google.com/document/d/1TRYoo9j6BrvZqy7tFOMqfFEEIkYwXAI-sj3hJVFwIPQ/edit#>

Quagga y otros software OpenSource para ruteo:

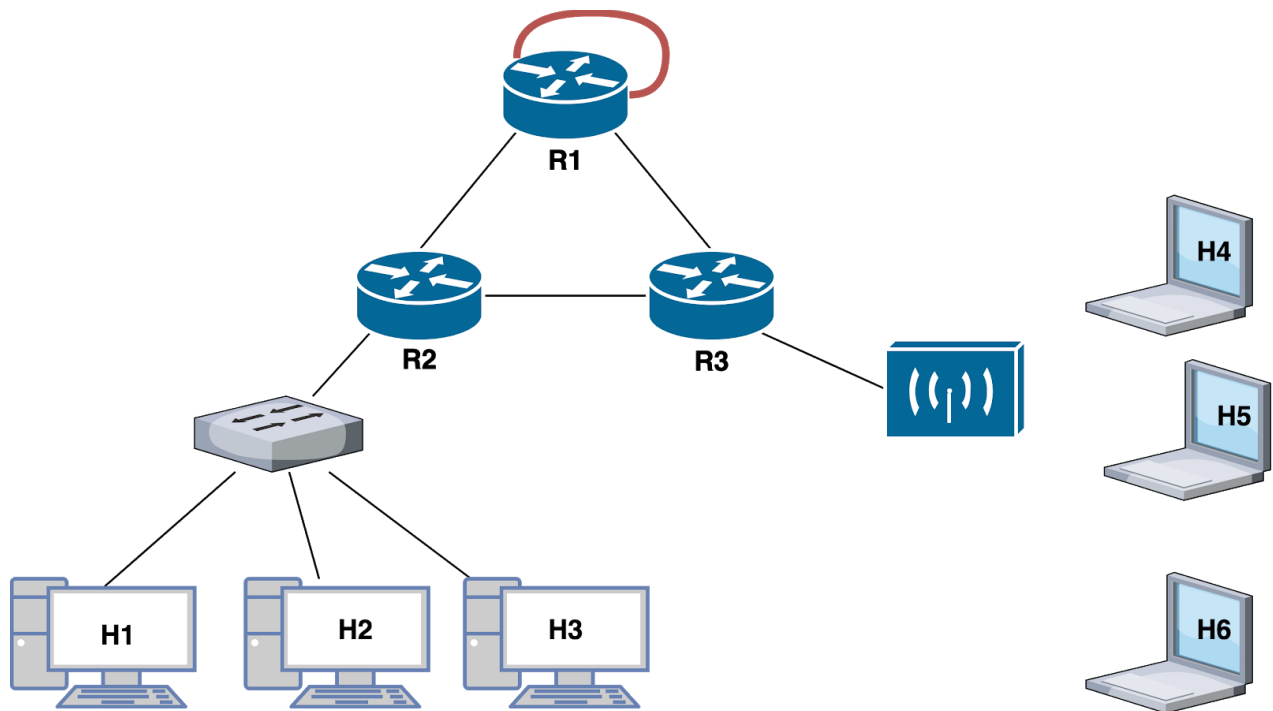
- <https://keepingitclassless.net/2015/05/open-source-routing-comparison/>

Ruteo dinámico OSPF con Cisco Packet Tracer

Recomendaciones

- Lea con cuidado las consignas
- Tenga certeza de los comandos que ejecuta
- Realizar todas las configuraciones para IPv6

Diagrama de red



Consignas

1. Configurar interfaces de los routers.

Dispositivo	Interfaz	Dirección IPv6
R1	lo	2001:aaaa:aaaa:1::11/64
	gig0/0 (R1 a R2)	2001:aaaa:bbbb:1::11/64
	gig0/1 (R1 a R3)	2001:aaaa:cccc:1::11/64
R2	gig0/1 (R2 a R1)	2001:aaaa:bbbb:1::12/64
	gig0/2 (R2 a R3)	2001:aaaa:dddd:1::11/64
	gig0/0 (R2 a SW)	2001:aaaa:ffff:1::11/64
R3	gig0/0 (R3 a R2)	2001:aaaa:dddd:1::12/64
	gig0/1 (R3 a R1)	2001:aaaa:cccc:1::12/64
	gig0/2 (R3 a AP)	2001:aaaa:eeee:1::11/64
H1	eth0	2001:aaaa:ffff:1::1/64
H2	eth0	2001:aaaa:ffff:1::2/64
H3	eth0	2001:aaaa:ffff:1::3/64
H4	wireless0	2001:aaaa:eeee:1::4/64
H5	wireless0	2001:aaaa:eeee:1::5/64
H6	wireless0	2001:aaaa:eeee:1::6/64

Para configurar las direcciones IPv6 de las interfaces de los routers se utilizaron los siguientes comandos:

```
R2(config)#interface gigabitEthernet 0/0
R2(config-if)#ipv6 address 2001:aaaa:ffff:1::1/64
R2(config-if)#no shut
R2(config-if)#exit
```

2. Configurar OSPF en el router R1, R2 y R3 para IPv6
 - a. Configurar el router para notificar las redes que están conectadas directamente.
 - b. Definir las áreas. R1 y R2 están en área A. R3 está en área B.

```

R1#sh ipv6 ospf database
      OSPF Router with ID (1.1.1.1) (Process ID 1)

      Router Link States (Area 0)

ADV Router   Age      Seq#      Fragment ID  Link count Bits
1.1.1.1      865      0x80000002 0             1             B
2.2.2.2      865      0x80000003 0             1             B

      Net Link States (Area 0)

ADV Router   Age      Seq#      Link ID (DR)  Rtr count
1.1.1.1      865      0x80000001 1             2

      Inter Area Prefix Link States (Area 0)

ADV Router   Age      Seq#      Metric Prefix
1.1.1.1      972      0x80000001 1      2001:AAAA:CCCC:1::/64
2.2.2.2      860      0x80000001 1      2001:AAAA:DDDD:1::/64
1.1.1.1      806      0x80000002 2      2001:AAAA:EEEE:1::/64
1.1.1.1      806      0x80000003 2      2001:AAAA:DDDD:1::/64
2.2.2.2      801      0x80000002 2      2001:AAAA:EEEE:1::/64
2.2.2.2      801      0x80000003 2      2001:AAAA:CCCC:1::/64

      Link (Type-8) Link States (Area 0)

ADV Router   Age      Seq#      Link ID      Interface
1.1.1.1      905      0x80000002 1            Gi0/0
2.2.2.2      901      0x80000003 2            Gi0/0

      Intra Area Prefix Link States (Area 0)

ADV Router   Age      Seq#      Link ID      Ref-lstype  Ref-LSID
2.2.2.2      876      0x80000003 2            0x2001      0
1.1.1.1      865      0x80000002 1            0x2002      1

      OSPF Router with ID (1.1.1.1) (Process ID 1)

      Router Link States (Area 1)

ADV Router   Age      Seq#      Fragment ID  Link count Bits
2.2.2.2      819      0x80000004 0             1             B
1.1.1.1      811      0x80000003 0             1             B
3.3.3.3      811      0x80000003 0             2

      Inter Area Prefix Link States (Area 1)

ADV Router   Age      Seq#      Metric Prefix
1.1.1.1      972      0x80000001 1      2001:AAAA:BBBB:1::/64
2.2.2.2      860      0x80000001 1      2001:AAAA:FFFF:1::/64
2.2.2.2      860      0x80000002 1      2001:AAAA:BBBB:1::/64
1.1.1.1      806      0x80000002 2      2001:AAAA:FFFF:1::/64
1.1.1.1      806      0x80000003 2      2001:AAAA:DDDD:1::/64
2.2.2.2      801      0x80000003 2      2001:AAAA:CCCC:1::/64

      Link (Type-8) Link States (Area 1)

ADV Router   Age      Seq#      Link ID      Interface
1.1.1.1      850      0x80000002 2            Gi0/1
3.3.3.3      847      0x80000004 2            Gi0/1

      Intra Area Prefix Link States (Area 1)

ADV Router   Age      Seq#      Link ID      Ref-lstype  Ref-LSID
3.3.3.3      845      0x80000003 2            0x2001      0
3.3.3.3      819      0x80000004 1            0x2002      1
2.2.2.2      895      0x80000001 2            0x2001      0
1.1.1.1      811      0x80000002 1            0x2002      2

```

Fig. 7 - LSDB del router 1.

3. Configurar el costo de OSPF

- a. Modificar los costos de las rutas de manera tal que el funcionamiento se modifique.
- b. Realizar pruebas entre los clientes de los distintos routers verificando el funcionamiento con traceroute antes y después de la modificación.

A continuación se muestra el *traceroute* de la ruta por defecto. Se puede observar que el camino realizado es desde el host 1 al router 2, del router 2 al router 3 y del router 3 al host 4.

```
C:\>tracert 2001:aaaa:eeee:1::4

Tracing route to 2001:aaaa:eeee:1::4 over a maximum of 30 hops:

  1  0 ms    0 ms    0 ms    2001:AAAA:FFFF:1::11
  2  0 ms    1 ms    1 ms    2001:AAAA:DDDD:1::12
  3  7 ms    8 ms    11 ms   2001:AAAA:EEEE:1::4
```

Se modificó el costo del segmento del router 2 al router 3 para que los paquetes se envíen a través del router 1.

```
R2(config)#interface gigabitEthernet 0/2
R2(config-if)#ipv6 ospf cost 50
R2(config-if)#exit
```

Fig. 8 - Cambio de costo de interfaz.

```
C:\>tracert 2001:aaaa:eeee:1::4

Tracing route to 2001:aaaa:eeee:1::4 over a maximum of 30 hops:

  1  1 ms    0 ms    0 ms    2001:AAAA:FFFF:1::11
  2  0 ms    0 ms    1 ms    2001:AAAA:CCCC:1::12
  3  10 ms   9 ms    9 ms    2001:AAAA:EEEE:1::4

Trace complete.
```

Fig. 9 - Ruta nueva de envío.

4. Redistribuir una ruta OSPF predeterminada.

- Configurar una dirección de loopback en R1 para simular un enlace a un ISP.
- Configurar una ruta estática predeterminada en el router R1.

```
S ::/0 [1/0]
via Loopback0, directly connected
```

- Incluir la ruta estática en las actualizaciones de OSPF que se envían desde el router R1.

```
R2#sh ipv6 route
IPv6 Routing Table - 11 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
       U - Per-user Static route, M - MIPv6
       I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS
summary
       O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 -
OSPF ext 2
       ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
       D - EIGRP, EX - EIGRP external
OE2 ::/0 [110/1]
    via FE80::260:3EFF:FE24:3501, GigabitEthernet0/1
    via FE80::250:FFF:FE3E:8301, GigabitEthernet0/2
```

5. Enumerar diferencias entre OSPF y OSPFv3.

- **Anuncios:** OSPFv2 anuncia rutas IPv4, mientras que OSPFv3 anuncia rutas para IPv6.
- **Dirección de origen:** los mensajes OSPFv2 se originan en la dirección IPv4 de la interfaz de salida. En OSPFv3, los mensajes OSPF se originan con la dirección link-local de la interfaz de salida.
- **Dirección de multicast de todos los routers OSPF:** OSPFv2 utiliza la dirección 224.0.0.5, mientras que OSPFv3 utiliza la dirección FF02::5.
- **Dirección de multicast de DR/BDR:** OSPFv2 utiliza la dirección 224.0.0.6, mientras que OSPFv3 utiliza la dirección FF02::6.
- **Anuncio de redes:** OSPFv2 anuncia las redes mediante el comando de configuración del router **network**, mientras que OSPFv3 utiliza el comando de configuración de interfaz **ipv6 ospf id-proceso area id-area**.
- **Routing de unidifusión IP:** habilitado de manera predeterminada en IPv4; en cambio, el comando de configuración global **ipv6 unicast-routing** se debe configurar.