

# ***REDES DE COMPUTADORAS***

## ***Tema 3: Ruteo dinámico OSPF***

***Integrantes:***

- *Izquierdo, Agustina*
- *Navarro, Matias Alejandro*

***Carrera:*** *Ing. en computación*

***Profesor:*** *Matías R. Cuenca del Rey*

***Ayudantes alumnos:*** *Elisabeth Leonhardt - Andrés Serjoy - Mariano Agüero - Matthew Aguerreberry - Matias Kleiner - Agustin Montero - Ramiro Morales - Sergio Sulca - Natasha Tomattis*

***Fecha:*** *11/04/2019*

## Ejercicio: Ruteo dinámico OSPF

### Recomendaciones

- Lea con cuidado las consignas.
- Tenga certeza de los comandos que ejecuta.
- Para contenerización utilizar Docker CE.
- Se realizará bajo IPv6. No se usará IPv4.
- Realizar un shell script que pueda replicar el trabajo práctico.
- Se usará una máquina física por grupo.
- Se usarán containers para simular routers y clientes.

### Consignas

#### Preparación de entorno

1. Sobre Desktop instalar Docker CE, docker-compose y git.
2. Clonar el siguiente repositorio: [https://github.com/maticue/docker\\_quagga](https://github.com/maticue/docker_quagga)
3. Siguiendo las instrucciones del repositorio, configurar Docker CE, con soporte para IPv6
4. Siguiendo las instrucciones del repositorio, probar de iniciar el entorno de pruebas
5. Leer el archivo docker-compose.yml e identificar cada sección.
  - a. ¿En qué puerto escucha el servicio OSPFv3 para IPv6?
6. Conectarse usando telnet
7. Analizar los archivos de configuración de los servicios.
  - a. Identificar el password de los servicios y utilizarlo para autenticarse en la conexión telnet creada en el punto anterior.

#### Creación de entorno

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

#### Análisis del comportamiento de OSPF

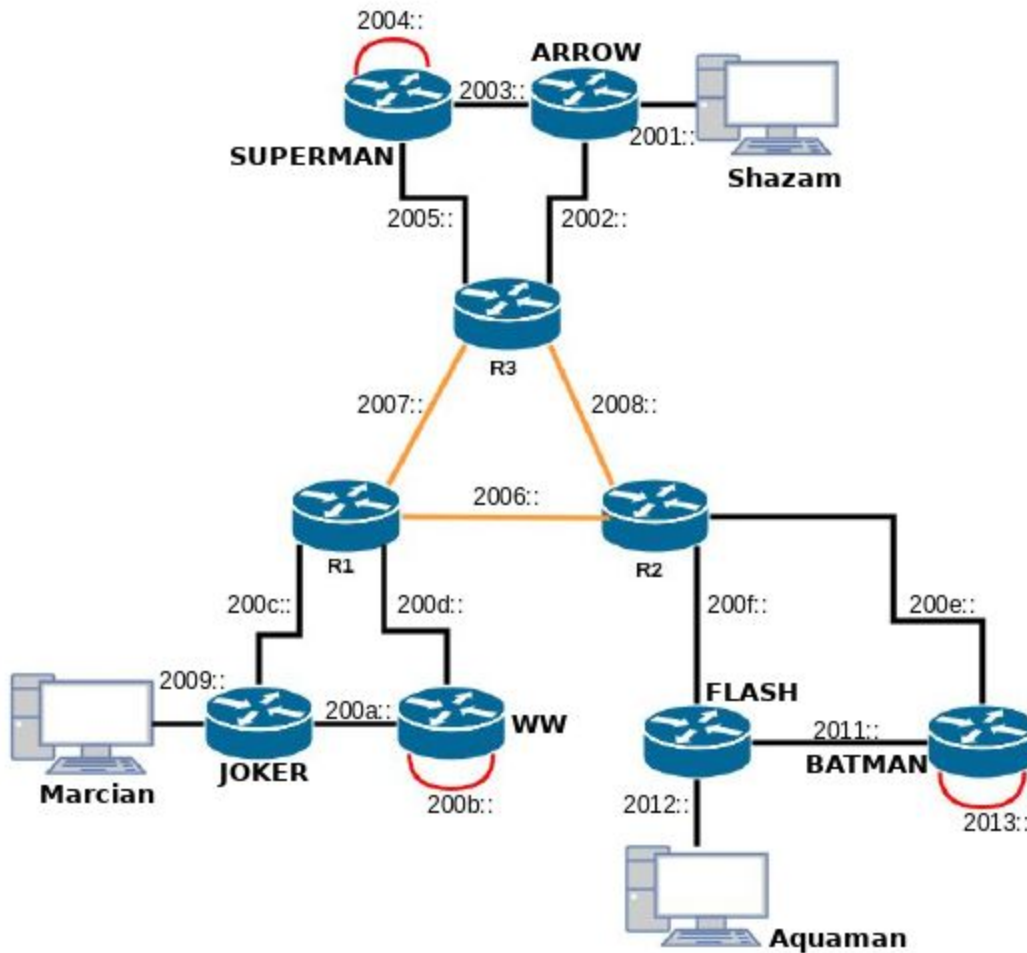
1. Controlar la elección del router designado. Describir el método utilizado.
2. Configurar OSPF en el router Router1, Router2 y Router3.
  - a. Configurar el router para notificar las redes que están conectadas directamente.
  - b. Leer las entradas de las LSDB en cada uno de los routers.

3. Definir las áreas. Router 1 y Router 2 están en área A. Router 3 está en área B.
  - a. Leer las entradas de las LSDB en cada uno de los routers.
4. Verificar el funcionamiento de OSPF
  - a. En el router Router1 consultar la información acerca de los vecinos Router2 y Router 3 de OSPF.
  - b. En el router Router1 ver información sobre las operaciones del protocolo de enrutamiento.
5. Configurar el costo de OSPF. Modificar los costos de las rutas de manera tal que el funcionamiento se modifique.
6. Redistribuir una ruta OSPF determinada
  - a. Configurar una dirección de loopback en Router2 para simular un enlace a un ISP.
  - b. Configurar una ruta estática determinada en el router Router2
  - c. Incluir la ruta estática en las actualizaciones de OSPF que se envían desde el router Router2.

### Preguntas

1. Explicar que sucede en toda la red si se cae una interfaz del router Router2.
2. Es lo mismo la tabla RIB (Routing Information Base) que la tabla FIB(Forwarding Information Base)? Justificar con capturas del práctico.

## Consignas



<i><b>CPU</b></i>	<i><b>Interfaz</b></i>	<i><b>Dirección IP</b></i>
<i><b>r1</b></i>	<i><b>eth0</b></i>	<i><b>200c::2</b></i>
	<i><b>eth1</b></i>	<i><b>200d::2</b></i>
	<i><b>eth2</b></i>	<i><b>2006::2</b></i>
	<i><b>eth3</b></i>	<i><b>2007::2</b></i>
<i><b>r2</b></i>	<i><b>eth0</b></i>	<i><b>200f::10</b></i>
	<i><b>eth1</b></i>	<i><b>200e::10</b></i>
	<i><b>eth2</b></i>	<i><b>2006::10</b></i>
	<i><b>eth3</b></i>	<i><b>2008::8</b></i>



<i>r3</i>	<i>eth0</i>	<i>2005::10</i>
	<i>eth1</i>	<i>2002::10</i>
	<i>eth2</i>	<i>2007::10</i>
	<i>eth3</i>	<i>2008::2</i>
<i>superman</i>	<i>eth0</i>	<i>2005::2</i>
	<i>eth1</i>	<i>2004::10</i>
	<i>eth2</i>	<i>2003::10</i>
<i>arrow</i>	<i>eth0</i>	<i>2002::2</i>
	<i>eth1</i>	<i>2003::2</i>
	<i>eth2</i>	<i>2001::10</i>
<i>joker</i>	<i>eth0</i>	<i>200c::10</i>
	<i>eth1</i>	<i>200a::10</i>
	<i>eth2</i>	<i>2009::7</i>
<i>ww</i>	<i>eth0</i>	<i>200d::10</i>
	<i>eth1</i>	<i>200a:2</i>
	<i>eth2</i>	<i>200b::10</i>
<i>flash</i>	<i>eth0</i>	<i>200f::2</i>
	<i>eth1</i>	<i>2011::10</i>
	<i>eth2</i>	<i>2012::7</i>
<i>batman</i>	<i>eth0</i>	<i>200e::2</i>
	<i>eth1</i>	<i>2011::2</i>
	<i>eth2</i>	<i>2013::10</i>
<i>shazam</i>	<i>eth0</i>	<i>2011::7</i>
<i>marcian</i>	<i>eth0</i>	<i>2009::7</i>
<i>aquaman</i>	<i>eth0</i>	<i>2012::7</i>

## **Preparación de entorno**

1. Sobre Desktop instalar Docker CE, docker-compose y git.
2. Clonar el siguiente repositorio: [https://github.com/maticue/docker\\_quagga](https://github.com/maticue/docker_quagga)
3. Siguiendo las instrucciones del repositorio, configurar Docker CE, con soporte para IPv6
4. Siguiendo las instrucciones del repositorio, probar de iniciar el entorno de pruebas
5. Leer el archivo docker-compose.yml e identificar cada sección.

```
version: '2.1'

services:
  r1:
    build: .
    volumes:
      - ./volumes/quagga/r1/zebra.conf:/etc/quagga/zebra.conf:ro
      - ./volumes/quagga/r1/ospfd.conf:/etc/quagga/ospfd.conf:ro
      - ./volumes/quagga/r1/ospf6d.conf:/etc/quagga/ospf6d.conf:ro
      - ./volumes/supervisord.conf:/etc/supervisord.conf:ro
    image: ospf:20190321
    privileged: true
    ports:
      #admin
      - 10011:2601
      #ospf
      - 10012:2604
      #ospf ipv6
      - 10013:2606
    networks:
      oam:
        ipv4_address: 192.168.0.11
        ipv6_address: 2001::11
      nr1:
        ipv4_address: 172.16.1.11
        ipv6_address: 2001:aaaa:aaaa::11
```

*Imagen 1.1 - docker-compose.yml*

- Versión: indica la versión del archivo docker-compose en uso.
- Services: Aquí se enlistan los distintos dispositivos a utilizar, Routers y Hosts.
  - Build: Indica la ubicación del Dockerfile.
  - Volumes: Indica la ubicación de los archivos de configuración que deberán ser copiados al sistema de archivos del dispositivo creado.
  - Image: Indica la imagen base del contenedor.
  - Privileged: Le da permiso de super usuario.
  - Ports: Mapea puertos del Host a las máquinas creadas para permitir la comunicación.
  - Networks: Define a qué redes el dispositivo está conectada y las direcciones IP que tendrá dentro de ellas.
- Networks: Aquí se definen las redes que serán utilizadas por los dispositivos creados.
  - Dentro se habilita el uso de IPv6 y se define la dirección de la red con su prefijo.



- a. ¿En qué puerto escucha el servicio OSPFv3 para IPv6?

En el caso del Router1 se ha configurado para utilizar el puerto 10013 para conectarse al servicio OSPFv3 para IPv6.

#### 6. Conectarse usando telnet

```
anij@anij-HP-Notebook:~$ telnet localhost 10113
Trying 127.0.0.1...
Connected to localhost.
Escape character is '^]'.

Hello, this is Quagga (version 1.2.4).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.

User Access Verification

Password:
r1> show ipv6 ospf6 route
*N IA 2001::/64          fe80::42:acff:fe15:3      eth1 00:03:34
*N IA 2002::/64          fe80::42:acff:fe15:3      eth1 00:03:34
*N IA 2003::/64          fe80::42:acff:fe15:3      eth1 00:03:34
*N IA 2004::/64          fe80::42:acff:fe15:3      eth1 00:03:34
*N IA 2005::/64          fe80::42:acff:fe15:3      eth1 00:03:39
*N IA 2006::/64          ::                        eth0 00:03:39
*N IA 2007::/64          ::                        eth1 00:03:44
*N IA 2008::/64          fe80::42:acff:fe16:2      eth0 00:03:34
                          fe80::42:acff:fe15:3      eth1
*N IA 2009::/64          fe80::42:c0ff:fea8:b003   eth2 00:03:34
*N IA 200a::/64          fe80::42:c0ff:fea8:d003   eth3 00:03:34
                          fe80::42:c0ff:fea8:b003   eth2
*N IA 200b::/64          fe80::42:c0ff:fea8:d003   eth3 00:03:39
*N IA 200c::/64          ::                        eth2 00:03:44
*N IA 200d::/64          ::                        eth3 00:03:44
*N IA 200e::/64          fe80::42:acff:fe16:2      eth0 00:03:34
*N IA 200f::/64          fe80::42:acff:fe16:2      eth0 00:03:34
*N IA 2011::/64          fe80::42:acff:fe16:2      eth0 00:03:34
*N IA 2012::/64          fe80::42:acff:fe16:2      eth0 00:03:34
*N IA 2013::/64          fe80::42:acff:fe16:2      eth0 00:03:34
r1> █
```

Imagen 1.2 - Tabla de ruteo IPv6 en el Router1 configurado por OSPF

### 7. Analizar los archivos de configuración de los servicios.

A continuación se ve parte del archivo de configuración de OSPFv3, específicamente observando cómo el servicio funcionará en la interfaz eth0.

```
hostname r1
password admin
!
interface eth0
  ipv6 ospf6 cost 1
  ipv6 ospf6 hello-interval 10
  ipv6 ospf6 dead-interval 40
  ipv6 ospf6 retransmit-interval 5
  ipv6 ospf6 priority 1
  ipv6 ospf6 transmit-delay 1
```

Imagen 1.3 - Interfaz eth0 ospf (r1)

Y en este se observa la configuración de las redes inmediatas y las interfaces del router:

```
router ospf6
  area 0.0.0.1 range 2001::/64
  area 0.0.0.1 range 2001:aaaa:aaaa::/64
  interface eth0 area 0.0.0.1
  interface eth1 area 0.0.0.1
!
log file /var/log/quagga/ospf6d.log
```

Imagen 1.4 - ospf6 (r1)

- a. Identificar el password de los servicios y utilizarlo para autenticarse en la conexión telnet creada en el punto anterior.

El password de los servicios en este caso es **admin**, en el ítem 6 se puede ver la autenticación.



## Creación de entorno

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.
  - a. Configurar cada router para que funcione OSPF.

```
! *- ospfv3 *-
!
! OSPF6d configuration file
!
!
hostname r1
password admin
!
interface eth0
  ipv6 ospf6 cost 1
  ipv6 ospf6 hello-interval 10
  ipv6 ospf6 dead-interval 40
  ipv6 ospf6 retransmit-interval 5
  ipv6 ospf6 priority 1
  ipv6 ospf6 transmit-delay 1
interface eth1
  ipv6 ospf6 cost 1
  ipv6 ospf6 hello-interval 10
  ipv6 ospf6 dead-interval 40
  ipv6 ospf6 retransmit-interval 5
  ipv6 ospf6 priority 2
  ipv6 ospf6 transmit-delay 1
interface eth2
  ipv6 ospf6 cost 1
  ipv6 ospf6 hello-interval 10
  ipv6 ospf6 dead-interval 40
  ipv6 ospf6 retransmit-interval 5
  ipv6 ospf6 priority 3
  ipv6 ospf6 transmit-delay 1
interface eth3
  ipv6 ospf6 cost 1
  ipv6 ospf6 hello-interval 10
  ipv6 ospf6 dead-interval 40
  ipv6 ospf6 retransmit-interval 5
  ipv6 ospf6 priority 4
  ipv6 ospf6 transmit-delay 1
!
router ospf6
  router-id 1.1.1.1
  area 0.0.0.1 range 2006::/64
  area 0.0.0.1 range 2007::/64
  area 0.0.0.1 range 200c::/64
  area 0.0.0.1 range 200d::/64
  interface eth0 area 0.0.0.1
  interface eth1 area 0.0.0.1
  interface eth2 area 0.0.0.1
  interface eth3 area 0.0.0.1
!
log file /var/log/quagga/ospf6d.log
```

Imagen 2.1 - Archivo de configuración ospf6 de r1

3. Probar interconexión entre los distintos puntos y verificar que las tablas de ruteo de los routers muestran las rutas OSPF.

```
anij@anij-HP-Notebook:~$ docker exec -ti ospf_joker_1 ash
/ # ping -c5 2001::7
PING 2001::7 (2001::7): 56 data bytes
64 bytes from 2001::7: seq=0 ttl=61 time=0.414 ms
64 bytes from 2001::7: seq=1 ttl=61 time=0.319 ms
64 bytes from 2001::7: seq=2 ttl=61 time=0.308 ms
64 bytes from 2001::7: seq=3 ttl=61 time=0.309 ms
64 bytes from 2001::7: seq=4 ttl=61 time=0.312 ms

--- 2001::7 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 0.308/0.332/0.414 ms
/ # ip -6 route
2001::/64 via fe80::42:c0ff:fea8:b002 dev eth0 proto zebra metric 20 pref medium
2002::/64 via fe80::42:c0ff:fea8:b002 dev eth0 proto zebra metric 20 pref medium
2003::/64 via fe80::42:c0ff:fea8:b002 dev eth0 proto zebra metric 20 pref medium
2004::/64 via fe80::42:c0ff:fea8:b002 dev eth0 proto zebra metric 20 pref medium
2005::/64 via fe80::42:c0ff:fea8:b002 dev eth0 proto zebra metric 20 pref medium
2006::/64 via fe80::42:c0ff:fea8:b002 dev eth0 proto zebra metric 20 pref medium
2007::/64 via fe80::42:c0ff:fea8:b002 dev eth0 proto zebra metric 20 pref medium
2008::/64 via fe80::42:c0ff:fea8:b002 dev eth0 proto zebra metric 20 pref medium
2009::/64 dev eth1 proto kernel metric 256 pref medium
200a::/64 dev eth2 proto kernel metric 256 pref medium
200b::/64 via fe80::42:acff:fela:2 dev eth2 proto zebra metric 20 pref medium
200c::/64 dev eth0 proto kernel metric 256 pref medium
200d::/64 proto zebra metric 20
    nexthop via fe80::42:c0ff:fea8:b002 dev eth0 weight 1
    nexthop via fe80::42:acff:fela:2 dev eth2 weight 1 pref medium
200e::/64 via fe80::42:c0ff:fea8:b002 dev eth0 proto zebra metric 20 pref medium
200f::/64 via fe80::42:c0ff:fea8:b002 dev eth0 proto zebra metric 20 pref medium
2011::/64 via fe80::42:c0ff:fea8:b002 dev eth0 proto zebra metric 20 pref medium
2012::/64 via fe80::42:c0ff:fea8:b002 dev eth0 proto zebra metric 20 pref medium
2013::/64 via fe80::42:c0ff:fea8:b002 dev eth0 proto zebra metric 20 pref medium
fe80::/64 dev eth0 proto kernel metric 256 pref medium
fe80::/64 dev eth1 proto kernel metric 256 pref medium
fe80::/64 dev eth2 proto kernel metric 256 pref medium
/ #
```

Imagen 2.2 - Prueba de conexión y tabla de ruteo (joker)

4. Identificar y Analizar los mensajes de OSPF.

OSPF al igual que varios protocolos de enrutamiento utiliza mensajes para poder transportar información de su funcionamiento. Dentro de sus mensajes encontramos:

- **Hello:** son los primeros mensajes en ser enviados. Los se utilizan para establecer y mantener adyacencia con otros routers OSPF. Se crea una comunicación bidireccional entre los routers.

```
tcpdump: listening on eth0, link-type EN10MB (Ethernet), capture size 262144 bytes
15:42:12.824994 IP6 (class 0xc0, flowLabel 0x93e76, hlim 1, next-header OSPF (89) payload length: 40) fe80::42:c0ff:fea8:b002 > ff02::5: OSPFv3, Hello, length 40
    Router-ID one.one.one.one, Area 0.0.0.1
    Options [V6, External, Router]
    Hello Timer 10s, Dead Timer 40s, Interface-ID 0.0.2.39, Priority 3
    Designated Router one.one.one.one, Backup Designated Router 6.6.6.6
    Neighbor List:
        6.6.6.6
```

Imagen 2.3 - Mensaje OSPF "Hello"

- **Database Descriptor (DBD):** una vez que los vecinos se conocen se intercambian estos tipos de mensajes. Los mismos transportan la cabecera LSA, por lo tanto, contienen información de lo que sabe el otro router en OSPF.

```
16:28:30.773953 IP6 (class 0xc0, flowlabel 0xf31f0, hlim 64, next-header OSPF (89) payload length: 28) fe80::42:acff:fe17:3 > fe80::42:acff:fe17:2: OSPFv3, Database Descriptor, length 28
  Router-ID 6.6.6.6, Area 0.0.0.1
  Options [V6, External, Router], DD Flags [Init, More, Master], MTU 1500, DD-Sequence 0x00003451
```

*Imagen 2.4 - Mensaje OSPF "Database Descriptor"*

- **LS-Update (LSU):** estos paquetes inundan la red con los LSAs consultados por los vecinos. Un LSU puede contener varios LSA.

```
15:43:42.877520 IP6 (class 0xc0, flowlabel 0x93e76, hlim 1, next-header OSPF (89) payload length: 228) fe80::42:c0ff:fea8:b002 > ff02::5: OSPFv3, LS-Update, length 228
  Router-ID one.one.one.one, Area 0.0.0.1
  Advertising Router 2.2.2.2, seq 0x80000000, age 3s, length 68
    Router LSA (1), Area Local Scope, LSA-ID 0.0.0.0
    Options [V6, External, Router], RLA-Flags [none]
    Neighbor Network-ID 2.2.2.2
    Neighbor Interface-ID 0.0.2.43, Interface 0.0.2.43, metric 1
    Neighbor Network-ID 3.3.3.3
    Neighbor Interface-ID 0.0.2.55, Interface 0.0.2.59, metric 1
    Neighbor Network-ID 2.2.2.2
    Neighbor Interface-ID 0.0.2.65, Interface 0.0.2.65, metric 1
    Neighbor Network-ID 2.2.2.2
    Neighbor Interface-ID 0.0.2.73, Interface 0.0.2.73, metric 1
  Advertising Router 2.2.2.2, seq 0x80000003, age 3s, length 12
    Network LSA (2), Area Local Scope, LSA-ID 0.0.2.43
    Options [V6, External, Router]
    Connected Routers:
      2.2.2.2
      one.one.one.one
  Advertising Router 2.2.2.2, seq 0x80000001, age 3600s, length 24
    Intra-Area Prefix LSA (9), Area Local Scope, LSA-ID 0.0.0.0
    Router LSA (1), Area Local Scope, LSA-ID 0.0.0.0
    Prefixes 1:
      2006::/64, metric 1
  Advertising Router 2.2.2.2, seq 0x80000003, age 3s, length 24
    Intra-Area Prefix LSA (9), Area Local Scope, LSA-ID 0.0.2.43
    Network LSA (2), Area Local Scope, LSA-ID 0.0.2.43
    Prefixes 1:
      2006::/64, metric 0
```

*Imagen 2.5 - Mensaje OSPF "LS-Update"*

- **LS-Ack (LSA):** cuando se recibe un LSU el router envía un Ack confirmando que recibió la actualización.

```
15:43:14.115613 IP6 (class 0xc0, flowlabel 0x87da3, hlim 1, next-header OSPF (89) payload length: 36) fe80::42:c0ff:fea8:b003 > ff02::5: OSPFv3, LS-Ack, length 36
  Router-ID 6.6.6.6, Area 0.0.0.1
  Advertising Router one.one.one.one, seq 0x80000007, age 5s, length 52
  Router LSA (1), Area Local Scope, LSA-ID 0.0.0.0
```

*Imagen 2.6 - Mensaje OSPF "LS-Ack"*

## Análisis del comportamiento de OSPF

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

```
joker> show ipv6 ospf6 interface
eth0 is up, type BROADCAST
Interface ID: 675
Internet Address:
inet : 192.168.48.2/20
inet6: 200c::10/64
inet6: fe80::42:c0ff:fea8:3002/64
Instance ID 0, Interface MTU 1500 (autodetect: 1500)
MTU mismatch detection: enabled
Area ID 0.0.0.0, Cost 1
State BDR, Transmit Delay 1 sec, Priority 3
Timer intervals configured:
Hello 10, Dead 40, Retransmit 5
DR: 10.10.10.10 BDR: 6.6.6.6
Number of I/F scoped LSAs is 1
0 Pending LSAs for LSUpdate in Time 00:00:00 [thread off]
0 Pending LSAs for LSAck in Time 00:00:00 [thread off]
```

*Imagen 3.1 - Router Designado (Joker)*

El router designado queda determinado por el número de ID. Mientras el número de ID del router es más grande, se utiliza ese como determinado.

2. Configurar OSPF en el router Router1, Router2 y Router3.
  - a. Configurar el router para notificar las redes que están conectadas directamente.

```
router ospf6
router-id 1.1.1.1
area 0.0.0.1 range 2006::/64
area 0.0.0.1 range 2007::/64
area 0.0.0.1 range 200c::/64
area 0.0.0.1 range 200d::/64
interface eth0 area 0.0.0.1
interface eth1 area 0.0.0.1
interface eth2 area 0.0.0.1
interface eth3 area 0.0.0.1
redistribute connected
log file /var/log/quagga/ospf6d.log
```

*Imagen 3.2 - ospf6.conf (Router1)*



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

I/F Scoped Link State Database (I/F eth0 in Area 0.0.0.0)					
Type	LSId	AdvRouter	Age	SeqNum	Payload
Lnk	0.0.1.147	1.1.1.1	338	80000001	fe80::42:c0ff:fea8:f003
Lnk	0.0.1.111	3.3.3.3	346	80000001	fe80::42:c0ff:fea8:f002
I/F Scoped Link State Database (I/F eth1 in Area 0.0.0.0)					
Type	LSId	AdvRouter	Age	SeqNum	Payload
Lnk	0.0.1.149	2.2.2.2	335	80000001	fe80::42:acff:fe14:3
Lnk	0.0.1.127	3.3.3.3	346	80000001	fe80::42:acff:fe14:2
I/F Scoped Link State Database (I/F eth2 in Area 0.0.0.0)					
Type	LSId	AdvRouter	Age	SeqNum	Payload
Lnk	0.0.1.113	3.3.3.3	346	80000001	fe80::42:c0ff:fea8:b002
Lnk	0.0.1.117	5.5.5.5	338	80000001	fe80::42:c0ff:fea8:b003
I/F Scoped Link State Database (I/F eth3 in Area 0.0.0.0)					
Type	LSId	AdvRouter	Age	SeqNum	Payload
Lnk	0.0.1.119	3.3.3.3	346	80000001	fe80::42:acff:fe17:2
Lnk	0.0.1.131	4.4.4.4	334	80000001	fe80::42:acff:fe17:3

Imagen 3.3 - Router R3 LSDB sin Áreas

3. Definir las áreas. Router 1 y Router 2 están en área A. Router 3 está en área B.

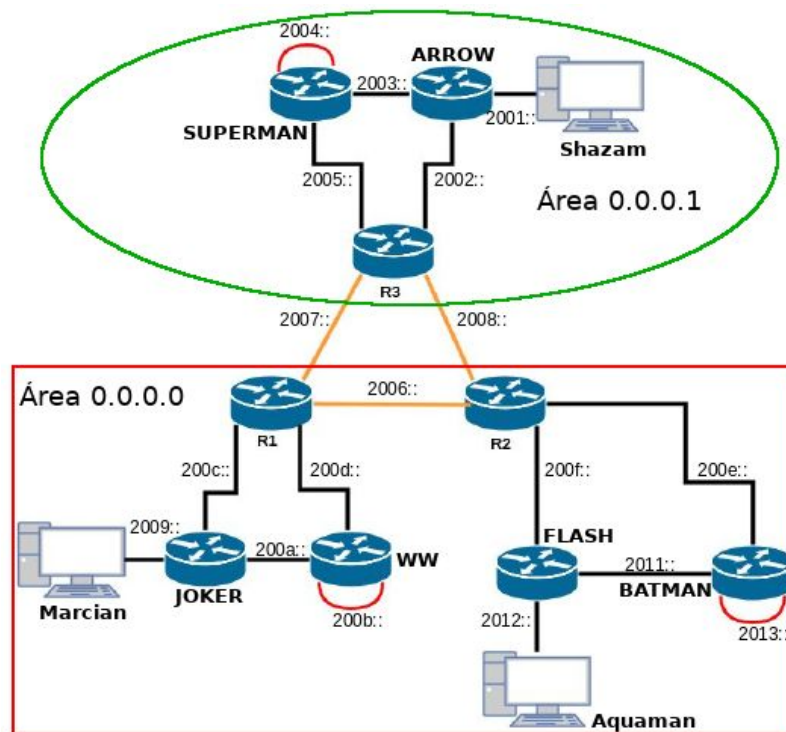


Imagen 3.4 - Topología con Áreas

En las siguientes imágenes se pueden observar como están configuradas las áreas para cada uno de los routers.

```
r1# show ipv6 ospf6
OSPFv3 Routing Process (0) with Router-ID 1.1.1.1
Running 00:02:06
Initial SPF scheduling delay 0 millisecond(s)
Minimum hold time between consecutive SPF 50 millisecond(s)
Maximum hold time between consecutive SPF 5000 millisecond(s)
Hold time multiplier is currently 1
SPF algorithm has not been run$
SPF timer is inactive
Number of AS scoped LSAs is 30
Number of areas in this router is 1

Area 0.0.0.0
Number of Area scoped LSAs is 32
Interface attached to this area: eth0 eth1 eth2 eth3
```

Imagen 3.5 - R1 Area 0.0.0.0

```
r2# show ipv6 ospf6
OSPFv3 Routing Process (0) with Router-ID 2.2.2.2
Running 00:22:27
Initial SPF scheduling delay 0 millisecond(s)
Minimum hold time between consecutive SPF 50 millisecond(s)
Maximum hold time between consecutive SPF 5000 millisecond(s)
Hold time multiplier is currently 1
SPF algorithm has not been run$
SPF timer is inactive
Number of AS scoped LSAs is 30
Number of areas in this router is 1

Area 0.0.0.0
Number of Area scoped LSAs is 32
Interface attached to this area: eth0 eth1 eth2 eth3
```

Imagen 3.6 - R2 Area 0.0.0.0

```
r3# show ipv6 ospf6
OSPFv3 Routing Process (0) with Router-ID 3.3.3.3
Running 00:24:09
Initial SPF scheduling delay 0 millisecond(s)
Minimum hold time between consecutive SPF 50 millisecond(s)
Maximum hold time between consecutive SPF 5000 millisecond(s)
Hold time multiplier is currently 1
SPF algorithm has not been run$
SPF timer is inactive
Number of AS scoped LSAs is 30
Number of areas in this router is 2

Area 0.0.0.0
Number of Area scoped LSAs is 32
Interface attached to this area: eth0 eth1
Area 0.0.0.1
Number of Area scoped LSAs is 17
Interface attached to this area: eth2 eth3
```

Imagen 3.7 - R3 Area 0.0.0.0 (2 interfaces) Area 0.0.0.1 (2 interfaces)

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

```
I/F Scoped Link State Database (I/F eth0 in Area 0.0.0.0)

Type LSId AdvRouter Age SeqNum Payload
Lnk 0.0.1.211 1.1.1.1 57 80000001 fe80::42:c0ff:fea8:4002
Lnk 0.0.1.219 3.3.3.3 60 80000001 fe80::42:c0ff:fea8:4003

I/F Scoped Link State Database (I/F eth1 in Area 0.0.0.0)

Type LSId AdvRouter Age SeqNum Payload
Lnk 0.0.1.245 2.2.2.2 59 80000001 fe80::42:c0ff:fea8:8003
Lnk 0.0.1.201 3.3.3.3 60 80000001 fe80::42:c0ff:fea8:8002

I/F Scoped Link State Database (I/F eth2 in Area 0.0.0.1)

Type LSId AdvRouter Age SeqNum Payload
Lnk 0.0.1.231 3.3.3.3 60 80000001 fe80::42:acff:felf:3
Lnk 0.0.1.221 5.5.5.5 56 80000001 fe80::42:acff:felf:2

I/F Scoped Link State Database (I/F eth3 in Area 0.0.0.1)

Type LSId AdvRouter Age SeqNum Payload
Lnk 0.0.1.237 3.3.3.3 60 80000001 fe80::42:c0ff:fea8:b003
Lnk 0.0.1.235 4.4.4.4 59 80000001 fe80::42:c0ff:fea8:b002
```

Imagen 3.8 - Router R3 LSDB con Áreas

En la tabla LSDB, en este caso del router Joker, podemos observar los ID de routers pertenecientes a la misma área dado que estas tablas sólo mantienen información de enrutamiento dentro de una misma área.

#### 4. Verificar el funcionamiento de OSPF

- En el router Router1 consultar la información acerca de los vecinos Router2 y Router 3 de OSPF.

```
r1# show ipv6 ospf neighbor
Neighbor ID Pri DeadTime State/IfState Duration I/F[State]
2.2.2.2 1 00:00:39 Full/DR 00:26:01 eth0[BDR]
3.3.3.3 1 00:00:40 Full/DR 00:26:05 eth1[BDR]
6.6.6.6 1 00:00:40 Full/DR 00:26:01 eth2[BDR]
7.7.7.7 1 00:00:40 Full/BDR 00:25:50 eth3[DR]
```

Imagen 3.9 - Neighbor Table (R1)

Los vecinos correspondientes a los ID 2.2.2.2 y 3.3.3.3 corresponden a los R2 y R3 respectivamente.

- En el router Router1 ver información sobre las operaciones del protocolo de enrutamiento.

```
r1> show ipv6 route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIPng,
       O - OSPFv6, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel, N - NHRP,
       > - selected route, * - FIB route

C> * ::1/128 is directly connected, lo
O> * 2001::/64 [110/2] via fe80::42:acff:fe13:3, eth2, 00:11:39
O> * 2002::/64 [110/2] via fe80::42:acff:fe13:3, eth2, 00:10:47
O> * 2003::/64 [110/2] via fe80::42:acff:fe13:3, eth2, 00:11:39
O> * 2004::/64 [110/2] via fe80::42:acff:fe13:3, eth2, 00:11:39
O> * 2005::/64 [110/2] via fe80::42:acff:fe13:3, eth2, 00:10:47
O 2006::/64 [110/1] is directly connected, eth1, 00:11:39
C> * 2006::/64 is directly connected, eth1
O 2007::/64 [110/1] is directly connected, eth2, 00:11:39
C> * 2007::/64 is directly connected, eth2
O> * 2008::/64 [110/2] via fe80::42:acff:fe14:2, eth1, 00:11:39
* via fe80::42:acff:fe13:3, eth2, 00:11:39
O> * 2009::/64 [110/2] via fe80::42:c0ff:fea8:8002, eth0, 00:11:42
O> * 200a::/64 [110/2] via fe80::42:c0ff:fea8:8002, eth0, 00:11:42
* via fe80::42:c0ff:fea8:c002, eth3, 00:11:42
O> * 200b::/64 [110/2] via fe80::42:c0ff:fea8:c002, eth3, 00:11:42
O 200c::/64 [110/1] is directly connected, eth0, 00:11:47
C> * 200c::/64 is directly connected, eth0
O 200d::/64 [110/1] is directly connected, eth3, 00:11:42
C> * 200d::/64 is directly connected, eth3
O> * 200e::/64 [110/2] via fe80::42:acff:fe14:2, eth1, 00:11:39
O> * 200f::/64 [110/2] via fe80::42:acff:fe14:2, eth1, 00:11:39
O> * 2011::/64 [110/3] via fe80::42:acff:fe14:2, eth1, 00:11:39
O> * 2012::/64 [110/3] via fe80::42:acff:fe14:2, eth1, 00:11:39
O> * 2013::/64 [110/3] via fe80::42:acff:fe14:2, eth1, 00:11:39
C * fe80::/64 is directly connected, eth3
C * fe80::/64 is directly connected, eth0
C * fe80::/64 is directly connected, eth1
C> * fe80::/64 is directly connected, eth2
```

Imagen 3.10 - Tabla de ruteo de R1



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

```

anij@anij-HP-Notebook:~/facu/2019/1erSemestre/RdC/Agus/Practicos/TP3/docker_quagga/ospf$ docker exec -ti ospf_joker_1 ash
/ # ping 2002::2
PING 2002::2 (2002::2): 56 data bytes
64 bytes from 2002::2: seq=0 ttl=62 time=0.576 ms
64 bytes from 2002::2: seq=1 ttl=62 time=0.280 ms
64 bytes from 2002::2: seq=2 ttl=62 time=0.268 ms
64 bytes from 2002::2: seq=3 ttl=62 time=0.329 ms
64 bytes from 2002::2: seq=4 ttl=62 time=0.278 ms
64 bytes from 2002::2: seq=5 ttl=62 time=0.285 ms
64 bytes from 2002::2: seq=6 ttl=62 time=0.278 ms
^C
--- 2002::2 ping statistics ---
7 packets transmitted, 7 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 0.268/0.327/0.576 ms
/ # traceroute 2002::2
traceroute to 2002::2 (2002::2), 30 hops max, 72 byte packets
 1 ospf_r1.1.ospf_R1_joker (200c::2)  0.028 ms  0.028 ms  0.021 ms
 2 2007::10 (2007::10)  0.021 ms  0.028 ms  0.020 ms
 3 2002::2 (2002::2)  0.018 ms  0.083 ms  0.020 ms

```

Imagen 3.11 - Ping and Traceroute (Joker)

Traceroute ping a interfaz de Router Arrow desde Joker, con costo de interfaz a R1 de 1.

```

anij@anij-HP-Notebook:~/facu/2019/1erSemestre/RdC/Agus/Practicos/TP3/docker_quagga/ospf$ docker exec -ti ospf_joker_1 ash
/ # ping 2002::2
PING 2002::2 (2002::2): 56 data bytes
64 bytes from 2002::2: seq=0 ttl=61 time=0.868 ms
64 bytes from 2002::2: seq=1 ttl=61 time=0.322 ms
64 bytes from 2002::2: seq=2 ttl=61 time=0.323 ms
^C
--- 2002::2 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 0.322/0.504/0.868 ms
/ # traceroute 2002::2
traceroute to 2002::2 (2002::2), 30 hops max, 72 byte packets
 1 ospf_vw.1.ospf_joker_vw (200a::2)  0.027 ms  0.029 ms  0.020 ms
 2 ospf_r1.1.ospf_R1_joker (200c::2)  0.037 ms  0.023 ms  200d::2 (200d::2)  0.020 ms
 3 2007::10 (2007::10)  0.029 ms  0.030 ms  0.019 ms
 4 2002::2 (2002::2)  0.019 ms  0.031 ms  0.020 ms

```

Imagen 3.12 - Ping and Traceroute (Joker)

Traceroute ping a interfaz de Router Arrow desde Joker, con costo de eth0 a R1 de 10. Como se puede observar toma otro camino (diferente al de la Imagen 3.10), debido al cambio de los costos.



## 6. Redistribuir una ruta OSPF predeterminada

- a. Configurar una dirección de loopback en Router2 para simular un enlace a un ISP.

```
r2:
build: .
volumes:
- ../volumes/quagga/r2/zebra.conf:/etc/quagga/zebra.conf:ro
- ../volumes/quagga/r2/ospf6d.conf:/etc/quagga/ospf6d.conf:ro
- ../volumes/supervisord.conf:/etc/supervisord.conf:ro
image: ospf:20190321
privileged: true
ports:
  #admin
  - 10221:2601
  #ospf ipv6
  - 10223:2606
networks:
  R1_R2:
    ipv6_address: 2006::10
  R2_R3:
    ipv6_address: 2008::10
  R2_batman:
    ipv6_address: 200e::10
  R2_flash:
    ipv6_address: 200f::10
  R2_R2:
    ipv6_address: 2019::10
```

Imagen 3.13 - Configuración de loopback R2 en docker-compose

- b. Configurar una ruta estática predeterminada en el router Router2.  
c. Incluir la ruta estática en las actualizaciones de OSPF que se envían desde el router Router2.

```
anij@anij-HP-Notebook:~/facu/2019/1erSemestre/RdC/Agus/Practicos/TP3/docker_quagga/ospf$ docker exec -ti ospf_r2_1 ash
/ # ip -6 route add ::/00 via 2019::4
```

Imagen 3.14 - Configuración de loopback R2

```
/ # ip -6 route
2006::/64 dev eth0 proto kernel metric 256 pref medium
2007::/64 via fe80::42:acff:fele:3 dev eth0 proto zebra metric 20 pref medium
2008::/64 dev eth2 proto kernel metric 256 pref medium
2009::/64 via fe80::42:acff:fele:3 dev eth0 proto zebra metric 20 pref medium
200a::/64 via fe80::42:acff:fele:3 dev eth0 proto zebra metric 20 pref medium
200b::/64 via fe80::42:acff:fele:3 dev eth0 proto zebra metric 20 pref medium
200c::/64 via fe80::42:acff:fele:3 dev eth0 proto zebra metric 20 pref medium
200d::/64 via fe80::42:acff:fele:3 dev eth0 proto zebra metric 20 pref medium
200e::/64 dev eth3 proto kernel metric 256 pref medium
200f::/64 dev eth4 proto kernel metric 256 pref medium
2011::/64 proto zebra metric 20
    nexthop via fe80::42:acff:fe1b:3 dev eth4 weight 1
    nexthop via fe80::42:acff:fe13:2 dev eth3 weight 1 pref medium
2012::/64 via fe80::42:acff:fe1b:3 dev eth4 proto zebra metric 20 pref medium
2013::/64 via fe80::42:acff:fe13:2 dev eth3 proto zebra metric 20 pref medium
2019::/64 dev eth1 proto kernel metric 256 pref medium
fe80::/64 dev eth0 proto kernel metric 256 pref medium
fe80::/64 dev eth1 proto kernel metric 256 pref medium
fe80::/64 dev eth2 proto kernel metric 256 pref medium
fe80::/64 dev eth3 proto kernel metric 256 pref medium
fe80::/64 dev eth4 proto kernel metric 256 pref medium
default via 2019::4 dev eth1 metric 1024 pref medium
```

Imagen 3.15 - Loopback R2

```
anij@anij-HP-Notebook:~/facu/2019/1erSemestre/RdC/Agus/Practicos/TP3/docker_quagga/ospf$ docker exec -ti ospf_r2_1
/ # traceroute 2020::2
traceroute to 2020::2 (2020::2), 30 hops max, 72 byte packets
1 ospf r2 1.ospf R2 (2019::10) 3075.868 ms !H 3070.691 ms !H 3071.935 ms !H
```

Imagen 3.15 - Envío de paquete por la ruta por defecto

## Preguntas

1. Explicar que sucede en toda la red si se cae una interfaz del router Router2.

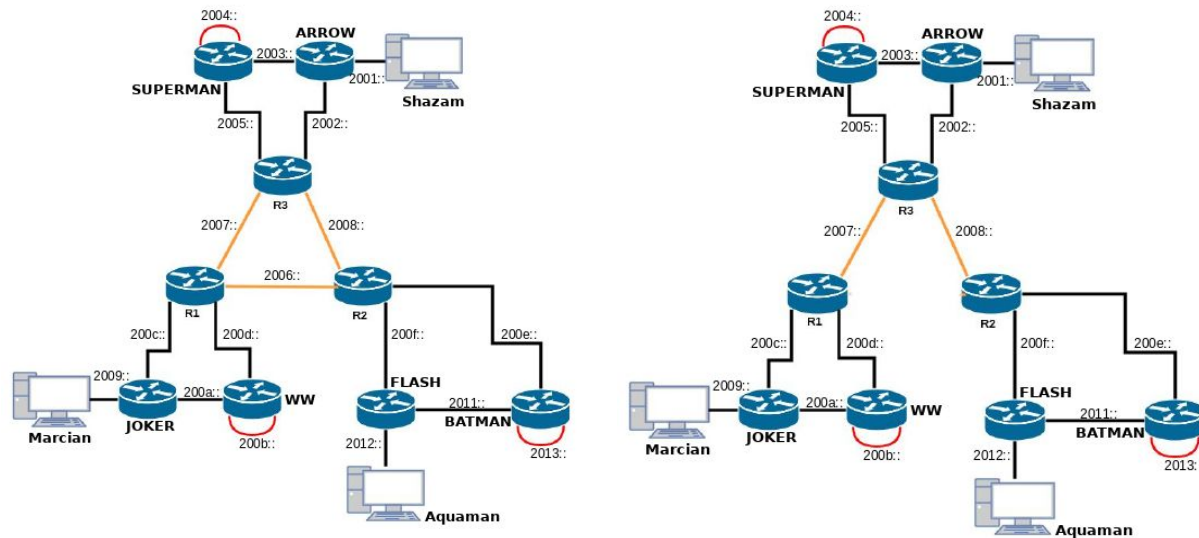


Imagen 4.1 - Eliminación de una interfaz del Router 2

Cuando se cae una interfaz de un router (en este caso se quitó la interfaz del router 2 que conectaba con el router 1, como se puede observar en la *Imagen 3.13*), OSPF tiene que volver a recalcular las rutas y los costos debido al cambio en la topología de la red.

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

```
arrow# show ipv6 route
Codes: K - kernel route, C - connected, S - static, R - RIPng,
       O - OSPFv6, I - IS-IS, B - BGP, A - Babel, N - NHRP,
       > - selected route, * - FIB route

C>* ::1/128 is directly connected, lo
O  2001::/64 [110/1] is directly connected, eth0, 02:34:29
C>* 2001::/64 is directly connected, eth0
O  2002::/64 [110/1] is directly connected, eth1, 02:34:34
C>* 2002::/64 is directly connected, eth1
O  2003::/64 [110/1] is directly connected, eth2, 02:34:29
C>* 2003::/64 is directly connected, eth2
O>* 2004::/64 [110/2] via fe80::42:c0ff:fea8:6003, eth2, 02:34:29
O>* 2005::/64 [110/2] via fe80::42:c0ff:fea8:6003, eth2, 02:34:29
    *
    via fe80::42:acff:felf:3, eth1, 02:34:29
O>* 2007::/64 [110/1] via fe80::42:acff:felf:3, eth1, 02:34:32
O>* 2008::/64 [110/1] via fe80::42:acff:felf:3, eth1, 02:34:32
O>* 200a::/64 [110/3] via fe80::42:acff:felf:3, eth1, 02:34:27
O>* 200b::/64 [110/3] via fe80::42:acff:felf:3, eth1, 02:34:27
O>* 200d::/64 [110/3] via fe80::42:acff:felf:3, eth1, 02:34:27
C * fe80::/64 is directly connected, eth0
C * fe80::/64 is directly connected, eth1
C>* fe80::/64 is directly connected, eth2
```

Imagen 4.2 - ipv6 route (Router arrow)

Una **tabla de enrutamiento o RIB(Routing information base)**, almacena las rutas a los diferentes nodos en una red. Dicha tabla se almacena en un router. Cuando los paquetes deben ser enviados desde un nodo a otro de la red, se accede a esta tabla con el fin de encontrar la mejor ruta (camino más corto) para la transferencia de los paquetes.

En cambio una **Tabla de reenvío FIB** (Forwarding information base), se usa más comúnmente en el enrutamiento y funciones similares para encontrar la interfaz de red de salida adecuada a la que la interfaz de entrada debe reenviar un paquete. Es una tabla dinámica que asigna direcciones MAC a puertos.

**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](http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/iproute_ospf/configuration/12-4t/iro-12-4t-book/iro-cfg.html)
- <http://www.taringa.net/post/hazlo-tu-mismo/16887987/Configuracion-de-OSPF-en-CISCO-en-ipv4-e-ipv6.html>

**Instalación de Docker CE:**

- <https://docs.google.com/document/d/1TRYoo9j6BrvZqy7tFOMqfFEEIkYwXAI-sj3hJVFw/PQ/edit#>

**Quagga y otros software OpenSource para ruteo:**

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