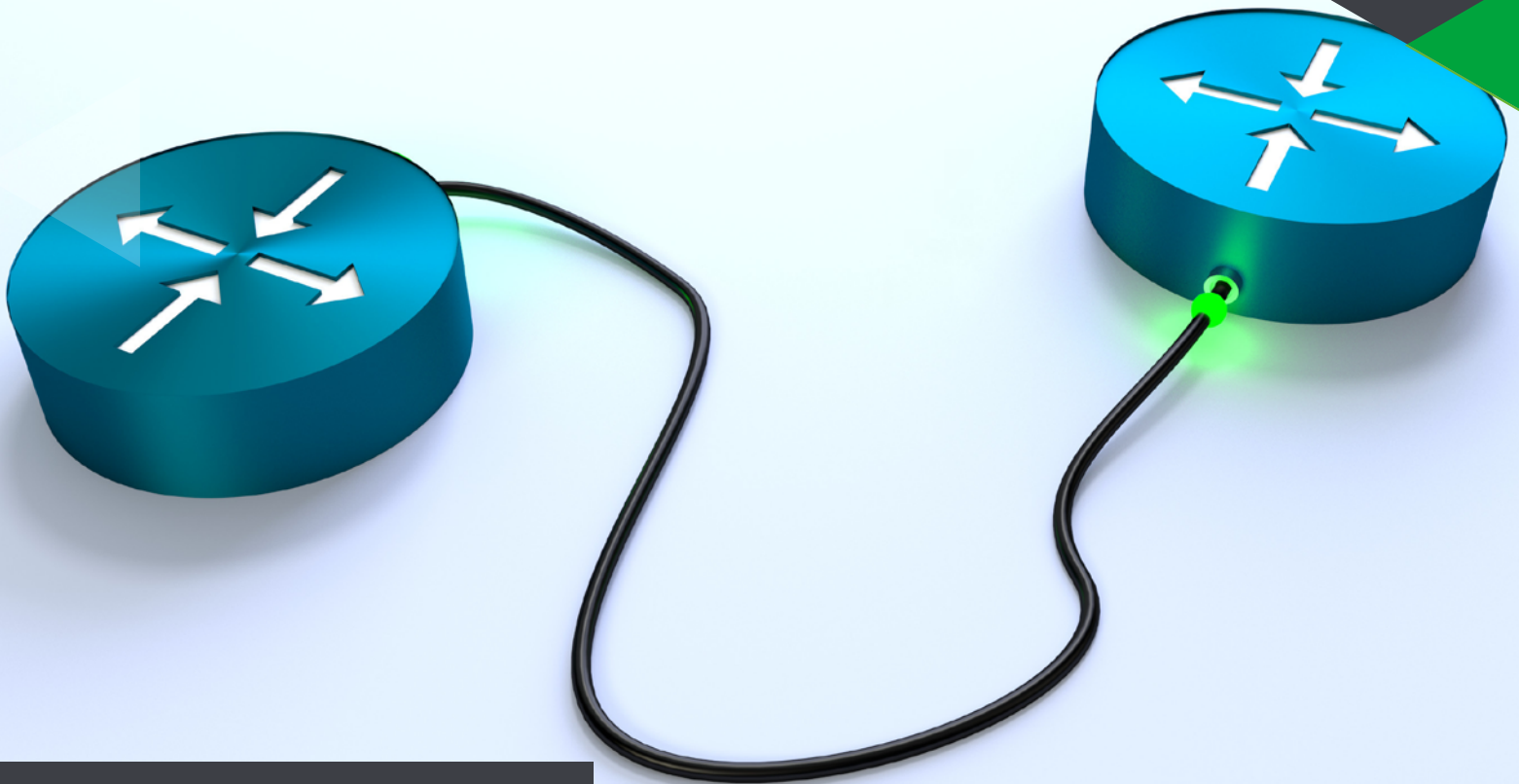


ENRUTAMIENTO Y CONFIGURACIÓN DE REDES

Ricardo López Bulla

EJE 3

Pongamos en práctica



Introducción	3
Protocolo de enrutamiento dinámico OSPF	4
Introducción al OSPF	5
Encapsulamiento OSPF	6
Wildcard	6
Costo: OSPF	7
Router designado y router designado de reserva	9
Configuración básica de OSPF	9
Verificación de OSPF	10
OSPFv2	10
Configuración OSPFv2	10
Interfaz pasiva	11
Verificación del protocolo OSPF	13
OSPFv3	14
Características	14
Configuración OSPFv3	15
Bibliografía	18

Las destrezas que se adquieren al desarrollar prácticas de laboratorio mediante softwares de simulación como Packet Tracer generan en el estudiante competencias que van a ser implementadas y plasmadas en su vida laboral dentro de las organizaciones, lo cual es una razón válida para poner a prueba conocimientos adquiridos en el transcurso de esta asignatura a través de estas prácticas.

Al momento de conocer las necesidades que van surgiendo en las empresas, el futuro administrador de la red estará en la capacidad de afrontar nuevos retos y brindar una solución idónea ante los acontecimientos que se presenten. Saber interpretar cada uno de los comandos que se presentan, ya sea mediante la tabla de enrutamiento o los comando show, permitirá una excelente administración de dicha red. En este eje, exploraremos el protocolo de enrutamiento dinámico OSPF hasta su versión actualizada OSPFv3.

Protocolo de enrutamiento dinámico OSPF



Introducción al OSPF

En el eje 2 abordaremos temas básicos sobre el OSPF. En este eje nos enfocaremos en la importancia que tiene este protocolo para las redes informáticas que se implementan en las organizaciones. Se dará una doctrina práctica y real sobre cómo configurar este protocolo e interpretar cada uno de sus comandos.

El OSPF es un protocolo de estado enlace que tiene su origen en necesidades de las redes informáticas que otros protocolos como el RIP no podían suplir; en específico, acepta CIDR, converge de manera rápida, publica sus actualizaciones mediante estado enlace a sus routers vecinos y desarrolla su modo de operación a través de áreas que dividen las redes informáticas en unidades más pequeñas dentro de la red para optimizar y administrar los procesos. El área 0 es la principal.



Backbone

Área principal de la red a la cual se conectan las demás áreas dentro de una organización, permitiendo la interacción de estas.

En la siguiente figura podemos apreciar el área *backbone* o área 0, la cual se trabajará en esta asignatura.

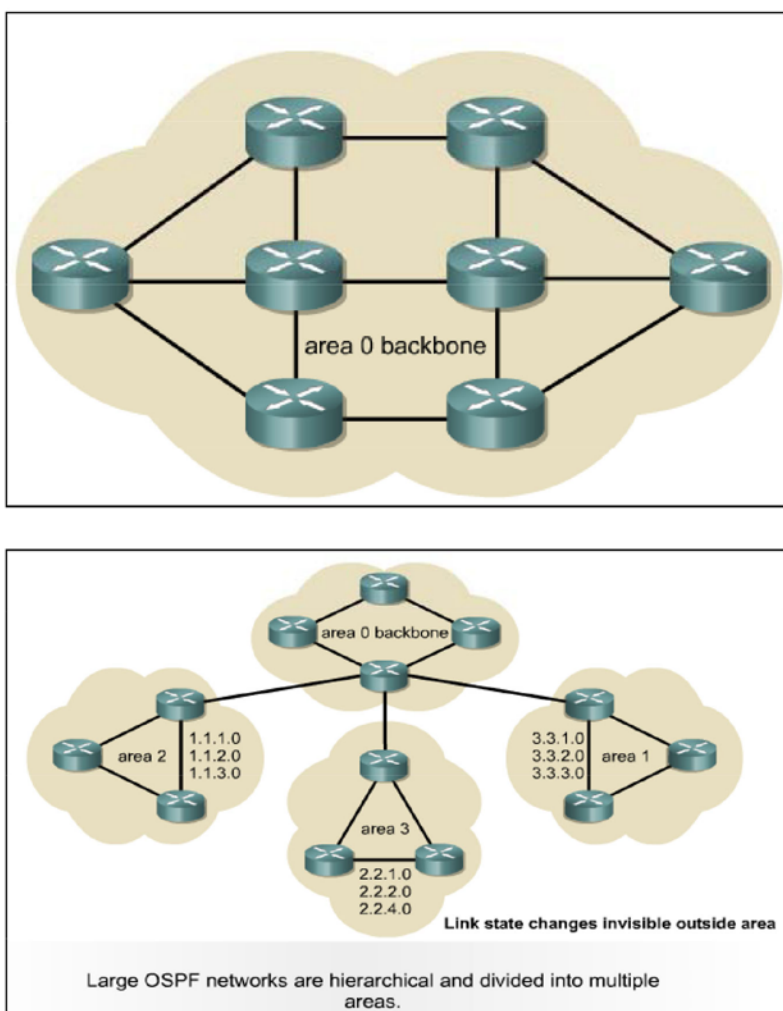


Figura 1. Área *backbone* o 0
Fuente: http://informatica.uv.es/iiguia/AER/Tema3_Routing.pdf

Encapsulamiento OSPF

En la siguiente figura se puede apreciar que la encapsulación OSPF se manifiesta sobre IP, mediante el campo "mensaje OSPF con un valor 89". Este va estar ubicado en la cabecera del **datagrama**. Además, los mensajes van a tener un tráfico a través de una dirección IP *multicast*.



Datagrama

Cadena de información a nivel de capa 3-red, transmitida por un medio.

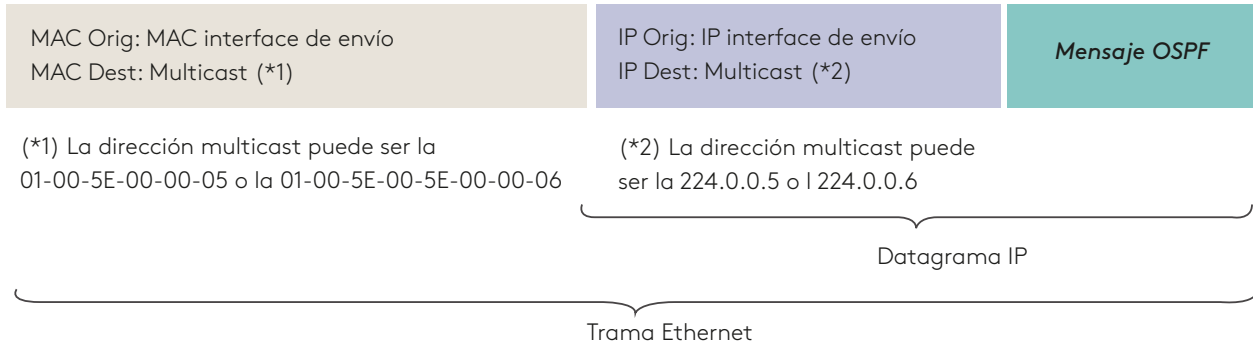


Figura 2.
Fuente: Boronat Seguí (2013)

Wildcard

Es una clase de máscara que facilita seleccionar direcciones IP. Si comparamos la *wildcard* con una máscara de subred tradicional, encontramos que esta define el tamaño de la red, mientras que la *wildcard* brinda la posibilidad de elegir el tráfico que se desea procesar. La máscara *wildcard* tiene una representación específica en bits:

- 0: representa la existencia de una coincidencia.
- 1: representa la no existencia de una coincidencia (se ignoran).

192	168	0	0	→ Dirección IP
11000000	10101000	00000000	00000000	→ Dirección IP en binario
11111111	11111111	00000000	00000000	→ Mascara de red
00000000	00000000	11111111	11111111	} Wildcard
0	0	255	255	

Figura 3.
Fuente: propia

Costo: OSPF

La métrica que está asociada a OSPF es el costo, el cual se define como un incremento para el envío de paquetes a través de las interfaces. Esta métrica se basa en la suma de cada uno de los valores que se encuentran en las interfaces. Dicho costo posee una relación inversa con el ancho de banda, la manera de obtener el ancho de banda es la siguiente:

Costo= 10^8 /ancho de banda de la interfaz – bps

Por ejemplo, para interfaz *fastethernet* el costo por defecto es 1.

Costo= 10^8 /100Mbps= 1

Para configurar el costo manualmente, se ingresa en la interfaz el siguiente comando:

```
Router(config-if)# ip ospf cost[valor]
```



Video

Para afianzar los conocimientos, los invito a ver la videocápsula *Direccionamiento e interconexión de redes basada en TCP/IP: IPv4/IPv6, DHCP, NAT, Encaminamiento RIP y OSPF* en la página principal del eje.



Bps

(Bits por segundo): unidad que representa el ancho de banda.

Existen cinco tipos de paquetes en OSPF:

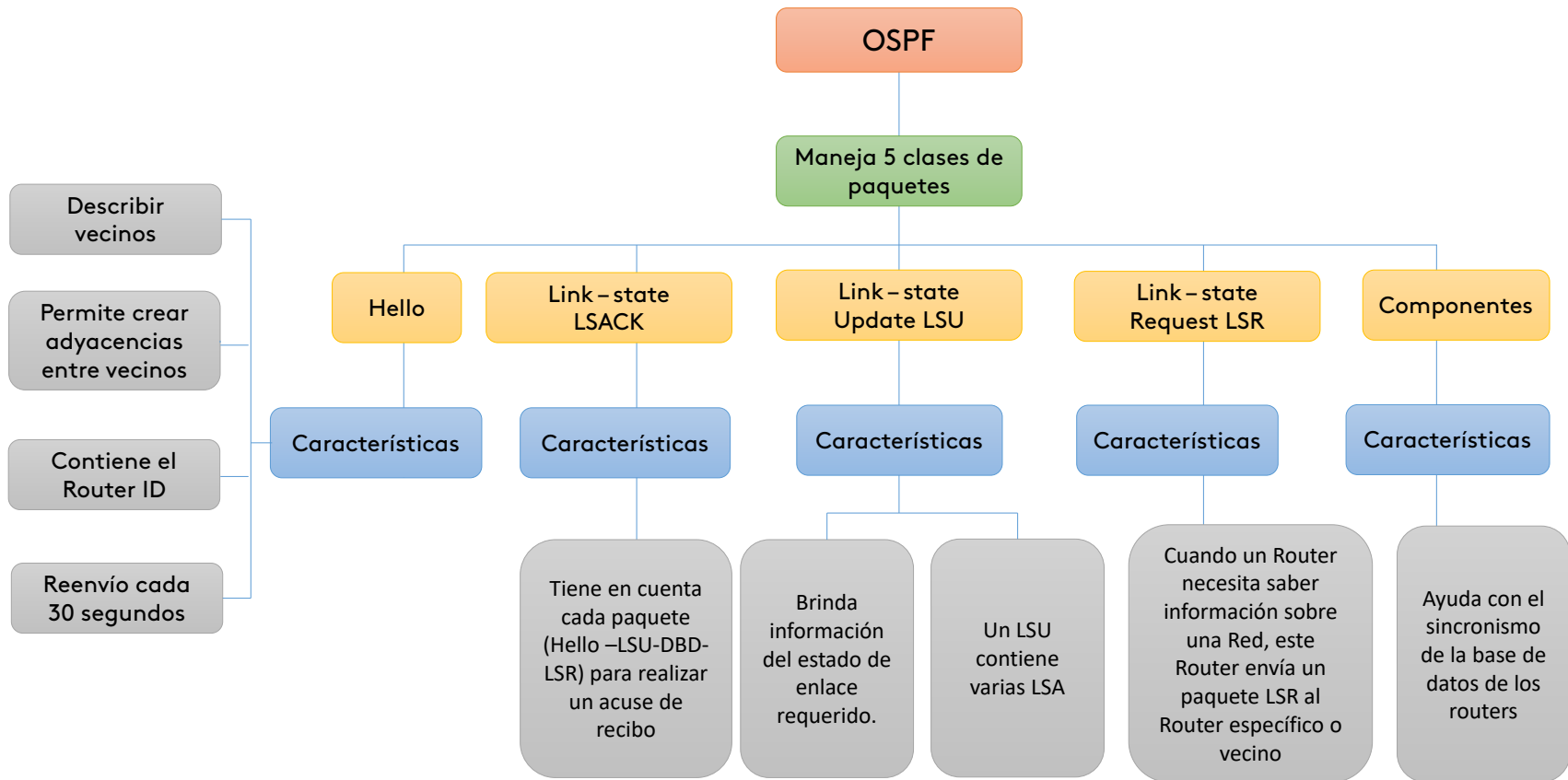


Figura 4. Paquetes de OSPF
Fuente: propia

En los paquetes Hello de OSPF se envían actualizaciones a las direcciones *multicast* 224.0.0.5 o 224.0.0.6 cada 30 segundos en redes con acceso múltiple sin *broadcast* NBMA (*non-broadcast multi-access*) y cada 10 segundos para redes múltiples de acceso con *broadcast*. Ejemplo: Ethernet.



NBMA

Redes que no presentan en su configuración difusión broadcast.

Los paquetes LSA (anuncios del estado del link) informan acerca del costo y el estado del enlace a todos los routers que forman parte de una red informática, lo cual conlleva a una respuesta o a un acuse de recibo al router emisor. Esto es contraproducente debido al consumo de recursos como ancho de banda y tráfico en la red. Es por esto que se realiza un proceso de escogencia de un DR (router designado) y un BDR (router designado de reserva) dentro de la red.

Router designado y router designado de reserva

Al presentarse varios *routers* con actualizaciones de enlace es necesario tener un *router* en el cual se centralicen dichas actualizaciones. Estamos hablando del DR, el cual tendrá a cargo funciones como la transmisión y el sincronismo dentro de la red. El BDR entrará a funcionar al momento de presentarse una falla en el DR. Para destacar, los *routers* OSPF tienen un parámetro que se llama prioridad por defecto con valor de 1. Este parámetro se puede manipular para determinar cuál va a ser el DR y el BDR. Se prioriza que el *router* con el mayor valor de prioridad asignado será el DR; por consiguiente, el *router* con el segundo valor más alto vendrá a ser el BDR. El valor al que se puede configurar la prioridad está entre 0 y 255. El comando que permite establecer la prioridad en el *router* DR es el siguiente:

- `Router(config)# interface fastether-net 0`
- `Router(config-if)# ip ospf priority número`

Configuración básica de OSPF

El comando `router ospf` habilita el protocolo OSPF:

```
R1(config)# router ospf [id del proceso]
```

El ID registra el proceso que está llevando a cabo el *router*. Este ID del proceso es un número en el rango 1-65535.

```
R1(config)# router ospf 1
```

Una vez habilitado el OSPF procedemos a publicar las redes que están directamente conectadas. Este proceso se realiza de la siguiente manera: *network + dirección de red + máscara wildcard + area (ID del área)*.

```
R1(config)# router ospf 1
```

```
R1(config)# network [network address - wildcard] área 0
```

Verificación de OSPF

Existen varios comandos que nos brindan la información adecuada sobre el correcto funcionamiento del protocolo OSPF:

- *R1# show ip route*: visualiza la tabla de enrutamiento donde se aprecian las rutas aprendidas.
- *R1# show ip ospf interface*: visualiza las interfaces en las diferentes áreas; también nos brinda información sobre las **adyacencias**.
- *R1# show ip ospf database*: visualiza el ID del *router* y del proceso.
- *R1# show ip ospf neighbor detail*: visualiza cada uno de los vecinos asociados al *router* incluyendo el estado en que se encuentran.
- *R1# show ip protocols*: visualiza parámetros como la métrica, red y temporizadores.



Adyacencias

Se originan en el momento de intercambio de información entre dos routers.

OSPFv2

Versión definida en el año 1991: RFC 1247 OSPFv2 (forma parte de la familia de los protocolos de estado enlace - *Link State*), mejorada en el año 1998: RFC 2328. La versión 3 (para IPv6) de OSPF se define un poco más tarde en el año 1999: RFC 5340, y se mejora en el año 2008: RFC 5340.

Configuración OSPFv2

Analicemos la manera de configurar OSPFv2 mediante la siguiente topología (en cada uno de los pantallazos visualizamos cada paso).

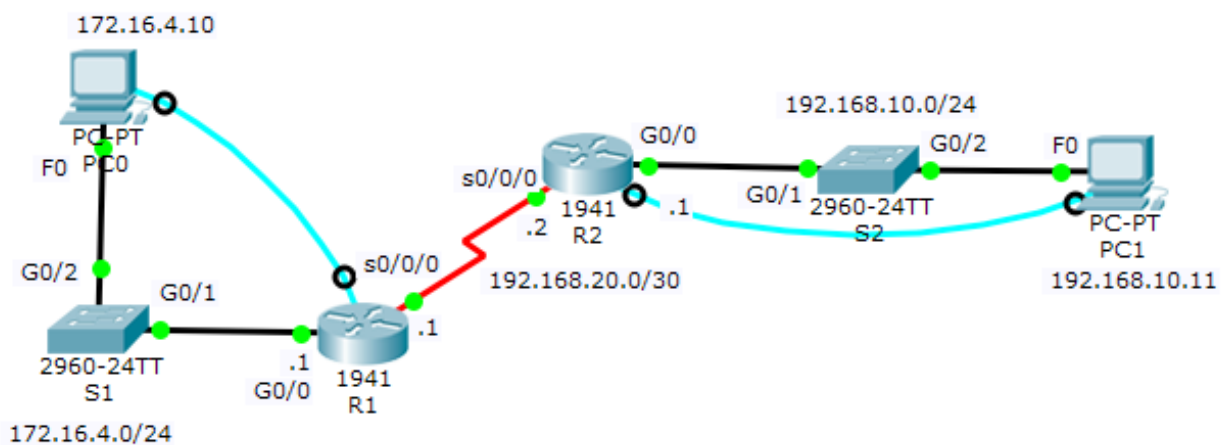


Figura 5.
Fuente: propia

- Partimos de la premisa de que se han configurado las interfaces de los *routers*.
- Habilitamos OSPFv2 en R1, mediante el comando `router ospf [id-proceso]`. Este valor ID-proceso está en un rango 1-65535.
- Procedemos a configurar los ID de los *routers*. Este ID lo encontramos de manera predeterminada en los *routers* o puede ser manipulado por el administrador de red. Es importante tener un ID habilitado en el *router*, ya que brinda la posibilidad de diferenciar o conocer los *routers* dentro de un dominio OSPF, así como los mensajes originados de estos. Además, mediante los ID, los *routers* forman parte de la elección del DR. Este proceso se origina al inicio del establecimiento de OSPF. El elemento con la prioridad mayor se elige como DR. En caso de que no exista prioridad configurada, se procede a la elección del DR con el mayor ID.

Para configurar el ID en los *routers* se utiliza el siguiente comando: `router-id [id-router]`. En este comando debemos incluir un número en formato dirección IPv4 (en R1 se asignará para esta práctica el ID 1.1.1.1 y para R2 el ID 2.2.2.2). En la figura 7, podemos identificar este comando resaltado en color rojo, así como la verificación del mismo mediante el comando `show ip protocols`.

- Se procede a publicar las redes que están directamente conectadas a los *routers* mediante las interfaces. Este proceso se lleva a cabo con el comando: `network {dirección-red} máscara-wildcard area {id-área}`.

En la figura 7 podemos evidenciar el parámetro *network* resaltado de color azul. En este punto, es necesario calcular la *wildcard*. Por ejemplo: para obtener la *wildcard* de la red conectada al R1: 172.16.4.0/24, restamos a la máscara de subred el valor de 255.255.255.255. En este caso, la máscara de subred es: /24= 255.255.255.0

$$\begin{array}{r}
 255.255.255.255 \\
 -255.255.255.0 \\
 \hline
 0 . 0 . 0 . 255
 \end{array}$$

Al realizar la resta, se obtiene la *wildcard*:

Figura 6.
Fuente: propia

Interfaz pasiva

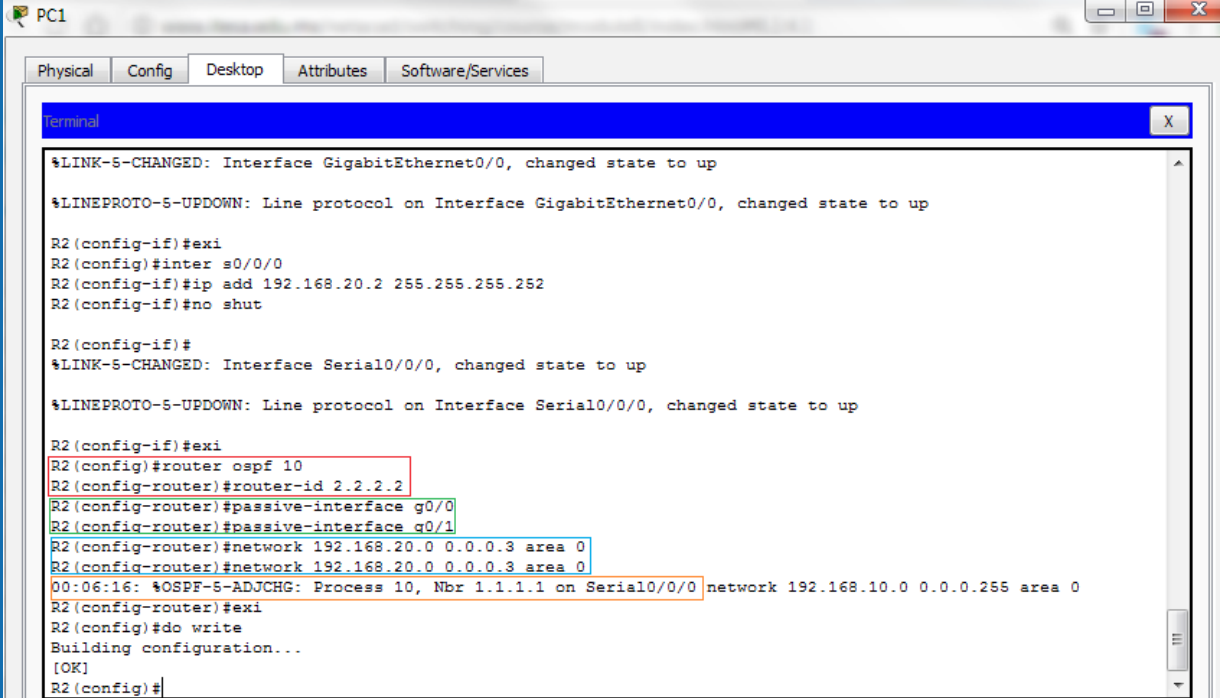
En la actualidad es importante tener efectividad, seguridad y optimización en los recursos asociados a las redes informáticas dentro de las organizaciones. Por esta razón, protocolos como el OSPF están enfocados a lograr este objetivo. Una de las maneras es implementar parámetros como interfaces pasivas. Como se sabe, OSPF inunda con mensajes todas las interfaces dentro de la red que cuenten con OSPF en estado enlace por defecto; así, al administrador de red solo debe interesarle que los mensajes sean enviados por las interfaces que va a interconectar con otros routers con OSPF habilitado. Para configurar las

interfaces pasivas se utiliza el siguiente parámetro: `passive-interface` dentro de la configuración del protocolo OSPF. Este parámetro ayuda a que el tráfico no se manifieste por las interfaces que el administrador considere no apropiadas. Este proceso se realiza de la siguiente manera:

- `R1(config)# router ospf 10`
- `R1(config-router)# passive-interface fastethernet 0`
- `R1(config-router)# end`

En la figura 7 podemos evidenciar el parámetro de interfaces pasivas resaltado de color verde.

Finalizada la configuración en el R2, se empiezan a enviar los mensajes Hello de adyacencia con R1. Esto lo apreciamos en la figura 7 con el parámetro resaltado de color naranja.



```
PC1
Physical Config Desktop Attributes Software/Services
Terminal
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0, changed state to up
R2(config-if)#exi
R2(config)#inter s0/0/0
R2(config-if)#ip add 192.168.20.2 255.255.255.252
R2(config-if)#no shut

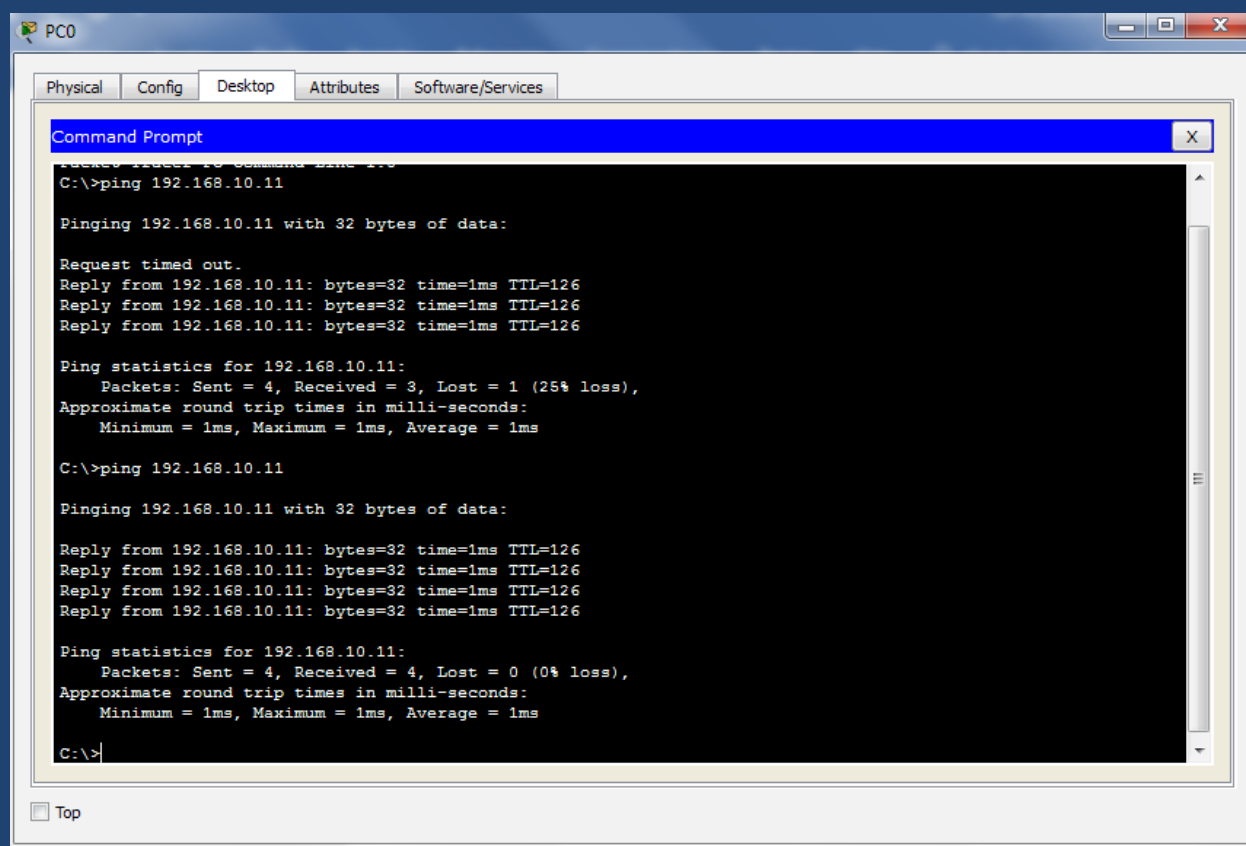
R2(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Serial0/0/0, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial0/0/0, changed state to up

R2(config-if)#exi
R2(config)#router ospf 10
R2(config-router)#router-id 2.2.2.2
R2(config-router)#passive-interface g0/0
R2(config-router)#passive-interface q0/1
R2(config-router)#network 192.168.20.0 0.0.0.3 area 0
R2(config-router)#network 192.168.20.0 0.0.0.3 area 0
00:06:16: %OSPF-5-ADJCHG: Process 10, Nbr 1.1.1.1 on Serial0/0/0 network 192.168.10.0 0.0.0.255 area 0
R2(config-router)#exi
R2(config)#do write
Building configuration...
[OK]
R2(config)#
```

Figura 7.
Fuente: propia

Verificación del protocolo OSPF

La figura que encontraremos a continuación se compone de dos partes: la primera parte (figura 8-I) muestra cómo comprobar mediante un PING desde la PC0 a la PC1 si existe convergencia. Como resultado de este PING, se puede observar que sí hay convergencia en la topología. En la segunda parte (figura 8-II) se visualiza si el protocolo está bien configurado a través de los comandos *show ip protocols* (se resaltan todos los parámetros en color naranja) y *show ip route*. En la tabla de enrutamiento se puede identificar que el protocolo OSPF está operando, ya que aparece reflejado con el carácter "O".



```
PC0
Physical Config Desktop Attributes Software/Services
Command Prompt
C:\>ping 192.168.10.11

Pinging 192.168.10.11 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 192.168.10.11: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.10.11: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.10.11: bytes=32 time=1ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.10.11:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 1ms, Average = 1ms

C:\>ping 192.168.10.11

Pinging 192.168.10.11 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.10.11: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.10.11: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.10.11: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.10.11: bytes=32 time=1ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.10.11:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 1ms, Average = 1ms

C:\>
```

Figura 8-I.
Fuente: propia

```

PC0
Physical Config Desktop Attributes Software/Services
Terminal
R1#sh ip protocols
Routing Protocol is "ospf 10"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Router ID 1.1.1.1
  Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
    172.16.4.0 0.0.0.255 area 0
    192.168.20.0 0.0.0.3 area 0
  Passive Interface(s):
    GigabitEthernet0/0
    GigabitEthernet0/1
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance      Last Update
    1.1.1.1          110          00:00:18
    2.2.2.2          110          00:29:18
  Distance: (default is 110)

R1#sh 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

    172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
   C    172.16.4.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
   L    172.16.4.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
   O    192.168.10.0/24 [110/65] via 192.168.20.2, 00:30:10, Serial0/0/0
   O    192.168.20.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
   C    192.168.20.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
   L    192.168.20.1/32 is directly connected, Serial0/0/0

R1#

```

Figura 8-II.
Fuente: propia

OSPFv3

OSPFv3 tiene su origen en la aparición del protocolo IPv6, RFC 2740. Esta es la gran diferencia respecto a las demás versiones de OSPF.

Características

- Para establecer la configuración de OSPF dentro del *router* se debe partir del siguiente parámetro: en el modo de configuración global *ipv6 unicast-routing*.
- Al igual que OSPFv2, OSPFv3 utiliza el parámetro SPF, con el objetivo de identificar las rutas adecuadas. Además de esta semejanza, tiene otras como: la métrica (costo), se maneja el concepto de áreas dentro de las redes, los tipos de paquetes

OSPF son Hello, DBD, LSR, LSAck y LSU, se manejan las adyacencias entre *routers* vecinos y funciona igual para la elección del DR y BDR.

- La dirección en OSPF correspondiente a multidifusión es FF02::6.
- OSPFv3 da a conocer sus redes con el comando de interfaz: “*ipv6 ospf id-proceso area id-área*”.
- Las direcciones IPv6 apropiadas para que un enrutador logre comunicarse desde su origen hasta el destino sin ir más lejos o que pueda relacionarse con otros elementos son las direcciones *link-local* (enlace-local).

Configuración OSPFv3

En la siguiente topología encontraremos la convergencia de las dos versiones de OSPF versión 2 y 3 (IPv4 e IPv6). La tecnología Dual-Stack permite que interactúen en una misma topología de red ambos protocolos. Además de la topología, encontraremos los diferentes comandos para configurarla.

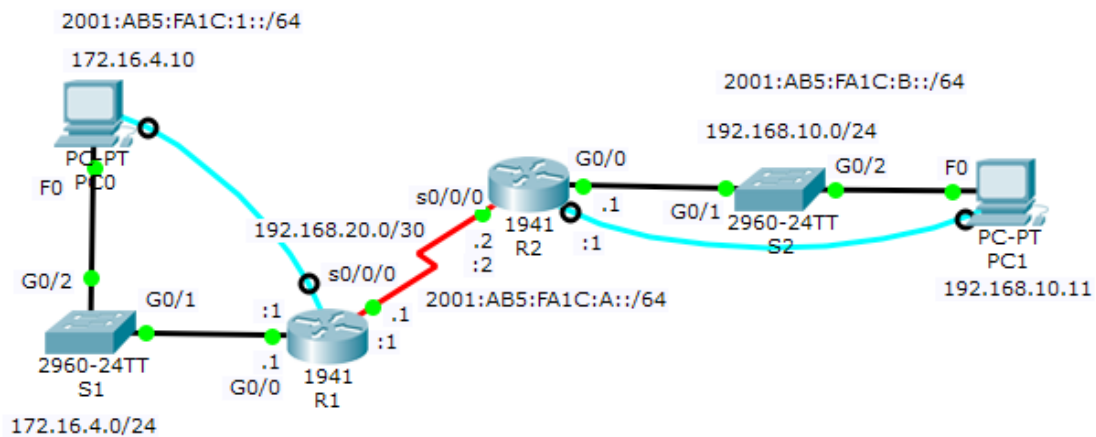


Figura 9. Topología práctica en Packet Tracer, OSPF versión 2 y 3
Fuente: propia

Para la configuración del protocolo OSPFv3 debemos habilitar el enrutamiento a través de IPv6 en los *routers*, después asignar las direcciones de **unidifusión** global en el enrutador:

- `R1(config)# ipv6 unicast-routing`
- `R1(config)# interface g0/0`



Unidifusión

Se comprende como el envío de información de uno a uno, en términos de dispositivos dentro de una red informática.

- `R1(config-if)# ipv6 add {network-address}`
- `R1(config-if)# no shutdown`
- `R1(config-if)# exit`

Una vez configuradas las direcciones de unidifusión global se procede a configurar las direcciones *link-local* en cada una de las interfaces de los dispositivos:

- `R1(config)# interface g0/0`
- `R1(config-if)# ipv6 address FE80::1 link-local`
- `R1(config-if)# exit`

Después de configurar las direcciones de unidifusión y *link-local* se configuran los ID de los enrutadores. Para este proceso habilitamos OSPF mediante el comando `ipv6 router ospf {id-proceso}`. El ID-proceso se encuentra en un valor dado en el rango de 1 a 65535 igual que en OSPFv2; este valor es designado por el administrador de la red en el modo de configuración global de los enrutadores. A continuación, encontraremos la configuración del ID-proceso con un valor igual a 10 en el R1, de la topología encontrada en la figura 9:

- `R1(config)# ipv6 router ospf 10`
- `R1(config-rtr)# router-id 1.1.1.1`
- `R1(config-rtr)# exit`

Al tener configurados los ID en los enrutadores se habilita OSPFv3 en las interfaces del *router*. Para esto no es necesario utilizar el comando *network* implementado en OSPFv2. En OSPFv3 se designa el ID específicamente sobre las interfaces, lo cual se realiza con el comando `ipv6 ospf {id-proceso} area {id-área}` dentro de la interfaz. El valor del área es 0 (área *backbone*):

- `R1(config)# interface g0/0`
- `R1(config-if)# ipv6 ospf 10 area 0`
- `R1(config-if)# exit`
- Comandos de verificación OSPFv3

Los comandos de verificación en OSPFv3 son:

- **R1# show ipv6 protocols:** brinda información acerca del protocolo implementado, el ID y las interfaces asignadas con este protocolo.
- **R1# show ipv6 ospf interface brief:** brinda información acerca de las interfaces que tienen habilitado OSPFv3.
- **R1# show ipv6 ospf neighbor:** brinda información de los vecinos, verificando adyacencia entre estos.
- **R1# show ipv6 route ospf:** brinda información de las rutas establecidas en la tabla de enrutamiento.

- Aznar López, A. (2005). *La red internet. El modelo TCP/IP*. Madrid, España: Grupo Abantos Formación y Consultoría.
- Bellido Quintero, E. (2014). *Equipos de interconexión y servicios de red (UF1879)*. Málaga, España: IC Editorial.
- Boronat Seguí, F. (2013). *Direccionamiento e interconexión de redes basadas en TCP/IP: IPv4/IPv6, DHCP, NAT, encaminamiento RIP y OSPF*. Valencia, España: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Carceller Cheza, R. (2013). *Servicios en red*. Madrid, España: Macmillan Iberia S. A.
- Castaño Ribes, R. J. (2013). *Redes locales*. Madrid, España: Macmillan Iberia S. A.
- Hallberg, B. (2007). *Fundamentos de redes*. Madrid, España: McGraw-Hill Interamericana.
- Hillar, G. C. (2004). *Redes: diseño, actualización y reparación*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Hispano Americana S. A.
- Íñigo Griera, J. (2008). *Estructura de redes de computadores*. Barcelona, España: Editorial UOC.
- Jiménez Camacho, R. (2014). *Análisis del mercado de productos de comunicaciones (UF1869)*. Málaga, España: IC Editorial.
- Martínez Yelmo, I. (2015). *IPv6-Lab: entorno de laboratorio para la adquisición de competencias relacionadas con IPv6*. Madrid, España: Universidad de Alcalá.
- Molina Robles, F. J. (2014). *Servicios de red e Internet*. Madrid, España: RA-MA Editorial.
- Moreno Pérez, J. C. (2014). *Sistemas informáticos y redes locales*. Madrid, España: RA-MA.
- Santos González, M. (2014). *Diseño de redes telemáticas*. Madrid, España: RA-MA Editorial.
- Velte, T.J. (2008). *Manual de Cisco®*. Madrid, España: McGraw-Hill Interamericana.