



Protocolos de enrutamiento de estado de enlace



Cisco | Networking Academy®
Mind Wide Open™

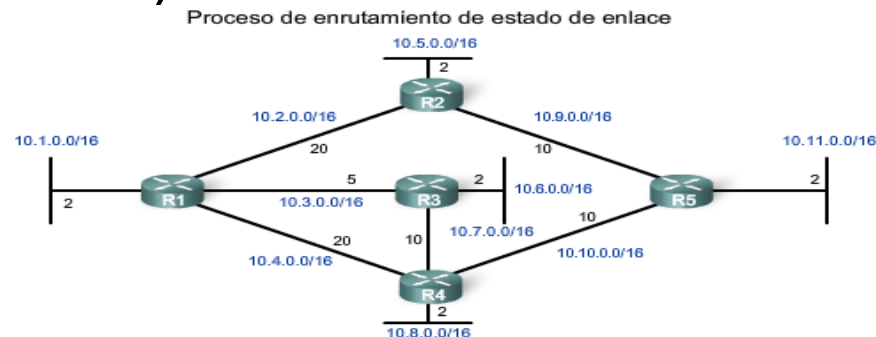
Enrutamiento de estado de enlace

Envío de paquetes de saludo a los vecinos

- Los protocolos de enrutamiento de estado de enlace utilizan un protocolo de saludo

Objetivo de un protocolo de saludo:

- Descubrir vecinos (que utilicen el mismo protocolo de enrutamiento de estado de enlace) en su enlace



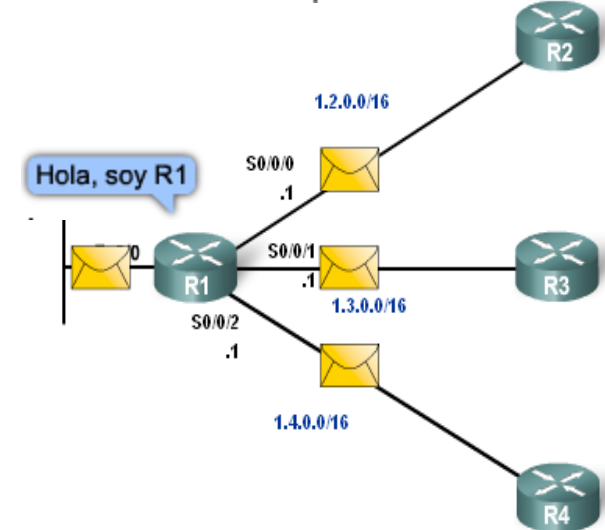
1. Cada router aprende de cada una de sus propias redes conectadas directamente.
2. Cada router tiene la responsabilidad de "saludar" a sus vecinos en redes conectadas directamente.
3. Cada router crea un Paquete de estado de enlace (LSP) que contiene el estado de cada enlace conectado directamente.
4. Cada router inunda el LSP hacia todos sus vecinos, quienes luego almacenan en una base de datos todos los LSP recibidos.
5. Cada router utiliza la base de datos para construir un mapa topológico completo y calcula la mejor ruta para cada red de destino.

Enrutamiento de estado de enlace

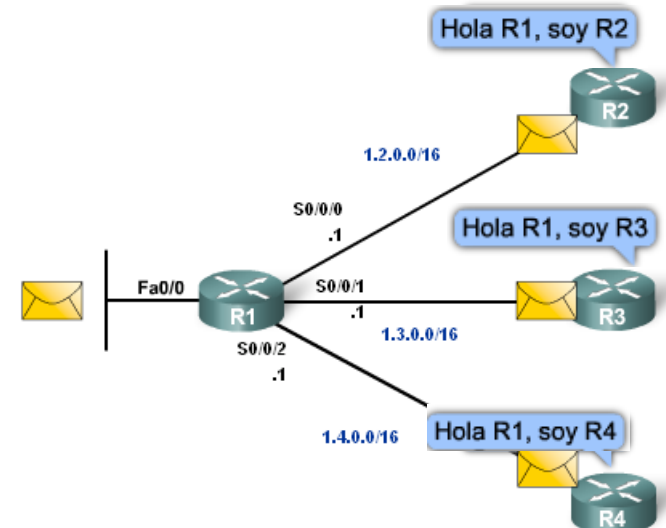
Envío de paquetes de saludo a los vecinos

- Intercambiarán paquetes de saludo las interfaces conectadas que utilicen los mismos protocolos de enrutamiento de estado de enlace
- Una vez que los routers conozcan a sus vecinos formarán una adyacencia
 - Dos vecinos adyacentes intercambiarán paquetes de saludo
 - Estos paquetes servirán como función de actividad

Detección de vecinos—Paquetes de saludo



Detección de vecinos—Paquetes de saludo



Enrutamiento de estado de enlace

Creación del paquete de estado de enlace

- Cada router crea su propio paquete de estado de enlace (LSP)

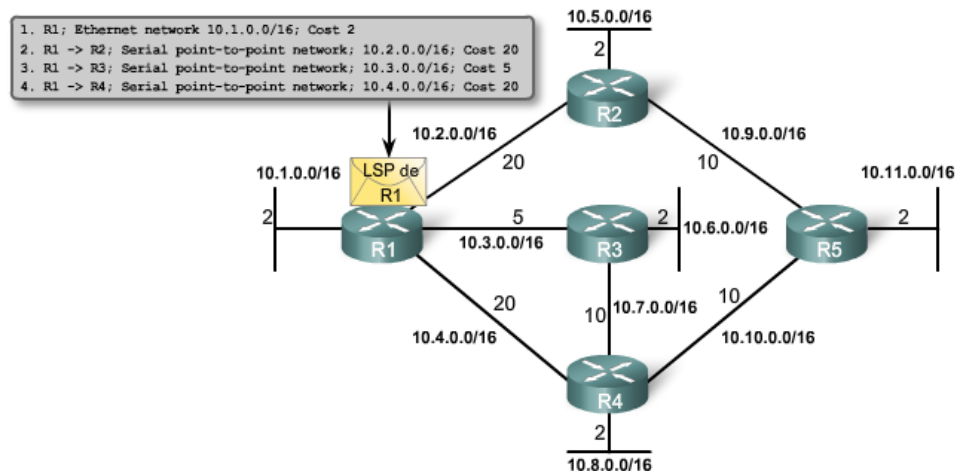
Contenido del LSP:

- Estado de cada enlace conectado directamente
- Incluye información sobre los vecinos, como la ID, el tipo de enlace y el ancho de banda

Proceso de enrutamiento de estado de enlace

1. Cada router aprende de cada una de sus propias redes conectadas directamente.
2. Cada router tiene la responsabilidad de "saludar" a sus vecinos en redes conectadas directamente.
3. Cada router crea un Paquete de estado de enlace (LSP) que contiene el estado de cada enlace conectado directamente.
4. Cada router inunda el LSP hacia todos sus vecinos, quienes luego almacenan en una base de datos todos los LSP recibidos.
5. Cada router utiliza la base de datos para construir un mapa topológico completo y computa la mejor ruta para cada red de destino.

Proceso de enrutamiento de estado de enlace

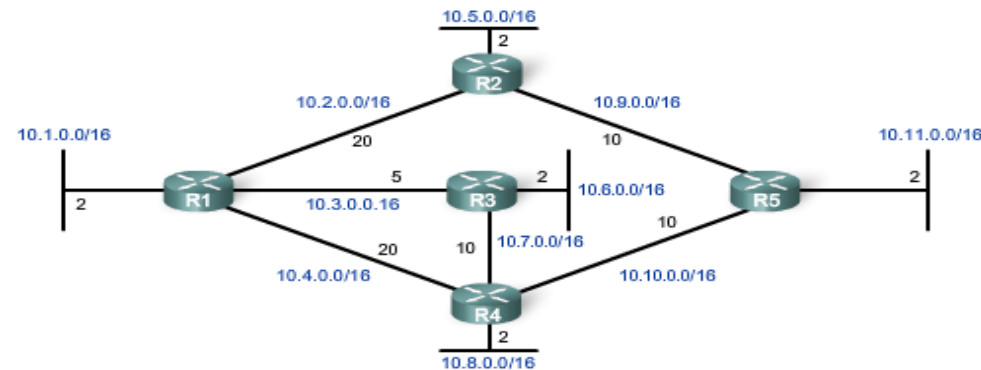


Enrutamiento de estado de enlace

Flooding de LSP a los vecinos

- Una vez que se crean los LSP, éstos se reenvían a los vecinos
 - Cuando recibe el LSP, el vecino continúa reenviándolo por el área de enrutamiento

Proceso de enrutamiento de estado de enlace

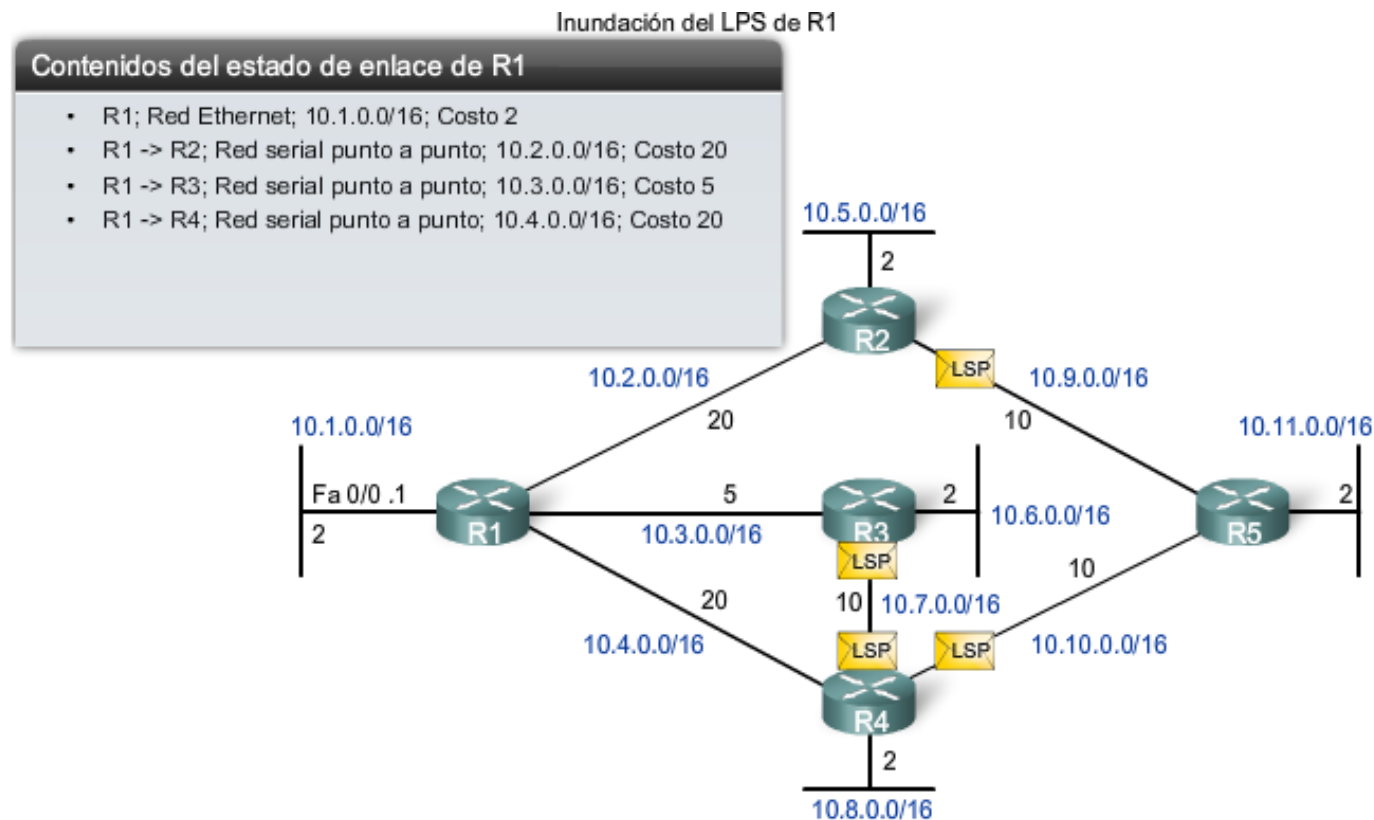


Proceso de enrutamiento de estado de enlace

1. Cada router aprende de cada una de sus propias redes conectadas directamente.
2. Cada router tiene la responsabilidad de "saludar" a sus vecinos en redes conectadas directamente.
3. Cada router crea un Paquete de estado de enlace (LSP) que contiene el estado de cada enlace conectado directamente.
4. Cada router inunda el LSP hacia todos sus vecinos, quienes luego almacenan en una base de datos todos los LSP recibidos.
5. Cada router utiliza la base de datos para construir un mapa topológico completo y calcula la mejor ruta para cada red de destino.

Enrutamiento de estado de enlace

- Los LSP se envían en las siguientes condiciones:
 - Inicio del router o proceso de enrutamiento
 - Cuando hay un cambio en la topología

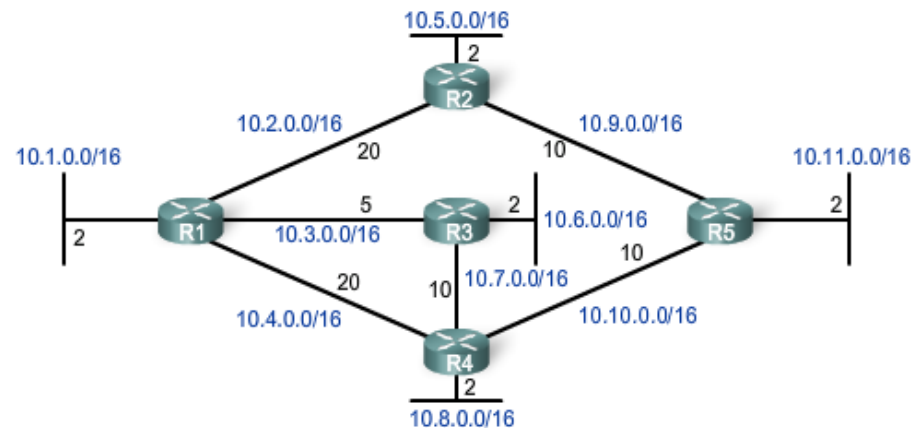


Enrutamiento de estado de enlace

Construcción de una base de datos de estado de enlace

- Los routers utilizan una base de datos para crear un mapa de la topología de la red

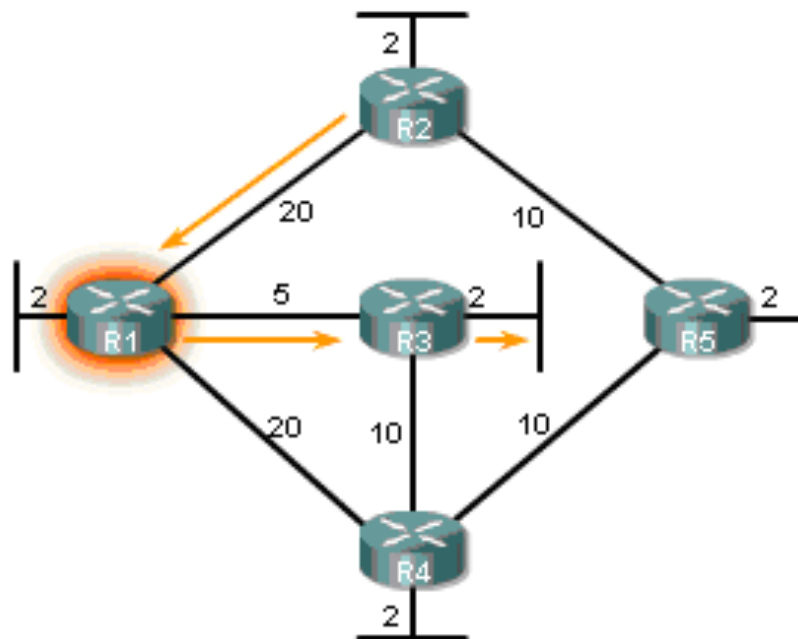
Proceso de enrutamiento de estado de enlace



Proceso de enrutamiento de estado de enlace

1. Cada router aprende de cada una de sus propias redes conectadas directamente.
2. Cada router tiene la responsabilidad de "saludar" a sus vecinos en redes conectadas directamente.
3. Cada router crea un Paquete de estado de enlace (LSP) que contiene el estado de cada enlace conectado directamente.
4. Cada router inunda el LSP hacia todos sus vecinos, quienes luego almacenan en una base de datos todos los LSP recibidos.
5. Cada router utiliza la base de datos para construir un mapa topológico completo y calcula la mejor ruta para cada red de destino.

Enrutamiento de estado de enlace



Base de datos de estado de enlace de R1

LSP de R2:

- Conectado al vecino R1 en la red 10.2.0.0/16, costo de 20
- Conectado al vecino R5 en la red 10.9.0.0/16, costo de 10
- Posee una red 10.5.0.0/16, costo de 2

LSP de R3:

- Conectado al vecino R1 en la red 10.3.0.0/16, costo de 5
- Conectado al vecino R4 en la red 10.7.0.0/16, costo de 10
- Posee una red 10.6.0.0/16, costo de 2

LSP de R4:

- Conectado al vecino R1 en la red 10.4.0.0/16, costo de 20
- Conectado al vecino R3 en la red 10.7.0.0/16, costo de 10
- Conectado al vecino R5 en la red 10.10.0.0/16, costo de 10
- Posee una red 10.8.0.0/16, costo de 2

LSP de R5:

- Conectado al vecino R2 en la red 10.9.0.0/16, costo de 10
- Conectado al vecino R4 en la red 10.10.0.0/16, costo de 10
- Posee una red 10.11.0.0/16, costo de 2

Estados de enlace del R1:

- Conectado al vecino R2 en la red 10.2.0.0/16, costo de 20
- Conectado al vecino R3 en la red 10.3.0.0/16, costo de 5
- Conectado al vecino R4 en la red 10.4.0.0/16, costo de 20
- Posee una red 10.1.0.0/16, costo de 2

Destino	Ruta más corta	Costo
LAN de R2	R1 -> R2	22
LAN de R3	R1 -> R3	7
LAN de R4	R1 -> R3 -> R4	17
LAN de R5	R1 -> R3 -> R4 -> R5	27

Enrutamiento de estado de enlace

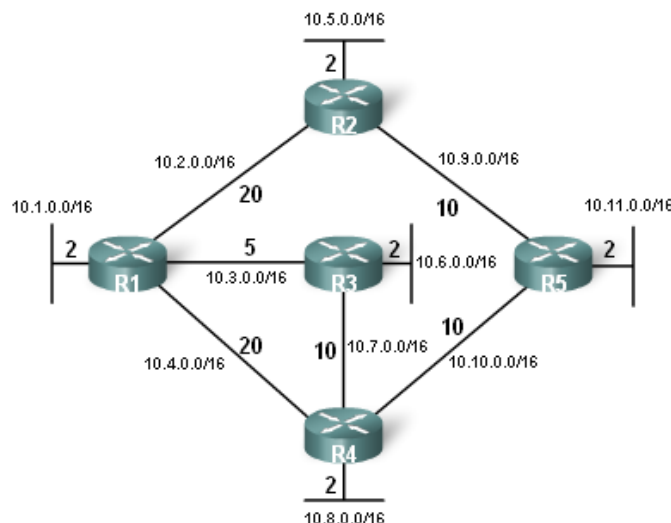
Árbol shortest path first (SPF, primero la ruta más corta)

- Creación de una **porción** del árbol SPF

El proceso comienza con la examinación de la información LSP de R2

- R1 *ignora* el primer LSP

Motivo: R1 ya sabe que está conectado a R2



Base de datos de estado de enlace R1

Estados de enlace de R1:

- Conectado al vecino R2 en la red 10.2.0.0/16, costo de 20
- Conectado al vecino R3 en la red 10.3.0.0/16, costo de 5
- Conectado al vecino R4 en la red 10.4.0.0/16, costo de 20
- Posee una red 10.1.0.0/16, costo de 2

LSP de R2:

- Conectado al vecino R1 en la red 10.2.0.0/16, costo de 20
- Conectado al vecino R5 en la red 10.9.0.0/16, costo de 10
- Posee una red 10.5.0.0/16, costo de 2

LSP de R3:

- Conectado al vecino R1 en la red 10.3.0.0/16, costo de 5
- Conectado al vecino R4 en la red 10.7.0.0/16, costo de 10
- Posee una red 10.6.0.0/16, costo de 2

LSP de R4:

- Conectado al vecino R1 en la red 10.4.0.0/16, costo de 20
- Conectado al vecino R3 en la red 10.7.0.0/16, costo de 10
- Conectado al vecino R5 en la red 10.10.0.0/16, costo de 10
- Posee una red 10.8.0.0/16, costo de 2

LSP de R5:

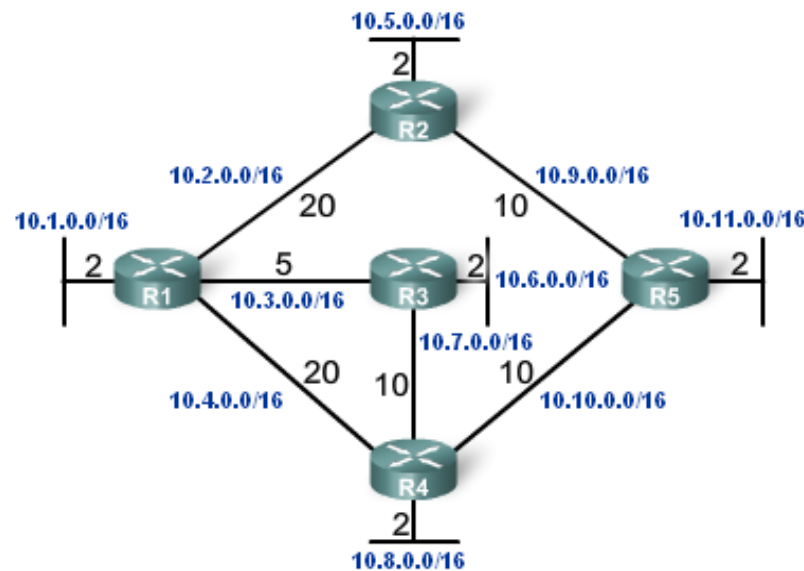
- Conectado al vecino R2 en la red 10.9.0.0/16, costo de 10
- Conectado al vecino R4 en la red 10.10.0.0/16, costo de 10
- Posee una red 10.11.0.0/16, costo de 2

Enrutamiento de estado de enlace

- Determinación de la ruta más corta

La ruta más corta a un destino se determina mediante la adición de los costos y la búsqueda del menor costo

Árbol SPF para R1



Destino	Ruta más corta	Costo
LAN de R2	R1 a R2	22
LAN de R3	R1 a R3	7
LAN de R4	R1 a R3 a R4	17
LAN de R5	R1 a R3 a R4 a R5	27

Enrutamiento de estado de enlace

- Una vez que el algoritmo SPF ha determinado las rutas más cortas, las rutas se colocan en la tabla de enrutamiento

Tabla de enrutamiento de R1

Información de SPF:

- Red 10.5.0.0/16 a través de serial R2 0/0/0 a un costo de 22
- Red 10.6.0.0/16 a través de serial R3 0/0/1 a un costo de 7
- Red 10.7.0.0/16 a través de serial R3 0/0/1 a un costo de 15
- Red 10.8.0.0/16 a través de serial R3 0/0/1 a un costo de 17
- Red 10.9.0.0/16 a través de serial R2 0/0/0 a un costo de 30
- Red 10.10.0.0/16 a través de serial R3 0/0/1 a un costo de 25
- Red 10.11.0.0/16 a través de serial R3 0/0/1 a un costo de 27

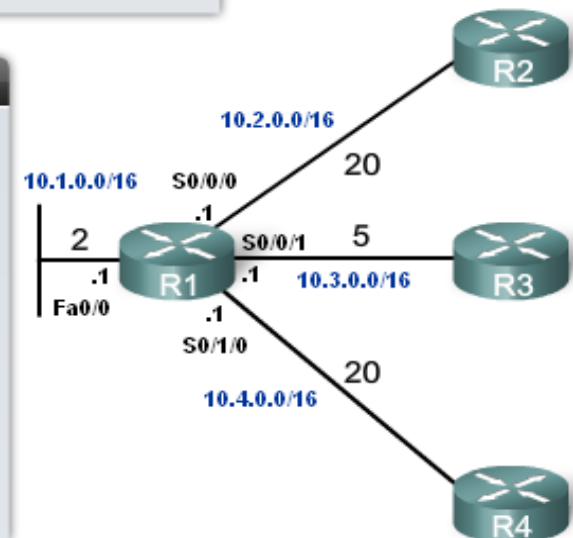
Tabla de enrutamiento de R1

Redes conectadas directamente

- Red 10.1.0.0/16 conectada directamente
- Red 10.2.0.0/16 conectada directamente
- Red 10.3.0.0/16 conectada directamente
- Red 10.4.0.0/16 conectada directamente

Redes remotas

- 10.5.0.0/16 a través de serial R2 0/0/0, costo = 22
- 10.6.0.0/16 a través de serial R3 0/0/1, costo = 7
- 10.7.0.0/16 a través de serial R3 0/0/1, costo = 15
- 10.8.0.0/16 a través de serial R3 0/0/1, costo = 17
- 10.9.0.0/16 a través de serial R2 0/0/0, costo = 30
- 10.10.0.0/16 a través de serial R3 0/0/1, costo = 25
- 10.11.0.0/16 a través de serial R3 0/0/1, costo = 27



Protocolos de enrutamiento de estado de enlace

Ventajas de un protocolo de enrutamiento de estado de enlace

Protocolo de enrutamiento	Construye el mapa topológico	El router puede determinar de manera independiente la ruta más corta a cualquier red	Convergencia	Actualizaciones de enrutamiento periódicas y generadas por eventos	Uso de LSP
Vector de distancia	No	No	Lenta	Generalmente no	No
Estado de enlace	Sí	Sí	Rápida	Generalmente sí	Sí

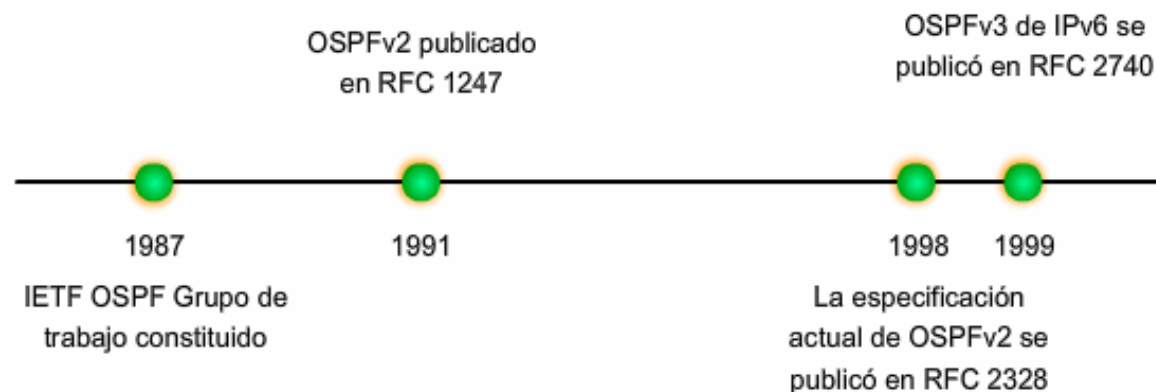
Introducción a OSPF

Información básica de OSPF

- Comenzó en 1987
- En 1989, se publica OSPFv1 en RFC 1131.

Esta versión era experimental y nunca se implementó

- En 1991, se publica OSPFv2 en RFC 1247
- En 1998, se *actualiza* OSPFv2 en RFC 2328
- En 1999, se publica OSPFv3 en RFC 2740



Introducción a OSPF

Distancia administrativa

- La distancia administrativa por defecto para OSPF es 110

Origen de la ruta	Distancia administrativa
Conectado	0
Estático	1
Ruta de resumen de EIGRP	5
BGP externo	20
EIGRP interno	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
EIGRP externo	170
BGP interno	200

Configuración básica de OSPF

El comando router ospf

- Para permitir OSPF en un router, utilice el siguiente comando:

R1(config)#**router ospf id del proceso**

ID del proceso:

- Un número significativo en el ámbito local entre **1** y **65535**
 - Esto significa que no se necesita coincidencia con otros routers OSPF

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

```
R2(config)#router ospf 1
R2(config-router)#
```

```
R3(config)#router ospf 1
R3(config-router)#
```

Configuración básica de OSPF

- El comando network de OSPF

- Se deben especificar: **La dirección de red**

La máscara wildcard: El inverso de la máscara de subred

La ID del área: La ID del área se refiere al área OSPF. El área OSPF es un grupo de routers que comparten información sobre el estado de enlace

- Por ejemplo: Router(config-router)#**network** **dirección de red**
máscara wildcard **área ID del área**

```
R1(config)#router ospf 1
R1(config-router)#network 172.16.1.16 0.0.0.15 area 0
R1(config-router)#network 192.168.10.0 0.0.0.3 area 0
R1(config-router)#network 192.168.10.4 0.0.0.3 area 0
```

```
R2(config)#router ospf 1
R2(config-router)#network 10.10.10.0 0.0.0.255 area 0
R2(config-router)#network 192.168.10.0 0.0.0.3 area 0
R2(config-router)#network 192.168.10.8 0.0.0.3 area 0
```

Configuración básica de OSPF

Verificación de OSPF

- Utilice el comando `show ip ospf` para verificar y resolver problemas de la red OSPF

El comando mostrará lo siguiente:

- Adyacencia de vecinos
 - La falta de adyacencia se indica cuando:
 - No se muestra un estado **full** (completo)
 - Consecuencias de la falta de adyacencia:
 - No se intercambia información del estado de enlace
 - Árboles SPF y tablas de enrutamiento inexactos

```
R1#show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
10.3.3.3	1	FULL/ -	00:00:30	192.168.10.6	Serial0/0/1
10.2.2.2	1	FULL/ -	00:00:33	192.168.10.2	Serial0/0/0

Configuración básica de OSPF

Verificación de OSPF: comandos adicionales

Comando	Descripción
Show ip protocols	Muestra la ID del proceso OSPF, la ID del router , el router de red que se encuentra notificando y la distancia administrativa .
Show ip ospf	Muestra la ID del proceso OSPF, la ID del router , información del área OSPF y la última vez que se calculó el algoritmo SPF .
Show ip ospf interface	Muestra el intervalo de saludo y el intervalo muerto .

Configuración básica de OSPF

Análisis de la tabla de enrutamiento

- Utilice el comando `show ip route` para mostrar la tabla de enrutamiento
 - Una “O” al comienzo de una ruta indica que el router es de origen OSPF
 - Observe que OSPF no se resume automáticamente en los límites de red principales

```
R1#show ip route

Codes: <some code output omitted>
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

Gateway of last resort is not set

    192.168.10.0/30 is subnetted, 3 subnets
C       192.168.10.0 is directly connected, Serial0/0/0
C       192.168.10.4 is directly connected, Serial0/0/1
O       192.168.10.8 [110/128] via 192.168.10.2, 14:27:57, Serial0/0/0
    172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
O       172.16.1.32/29 [110/65] via 192.168.10.6, 14:27:57, Serial0/0/1
C       172.16.1.16/28 is directly connected, FastEthernet0/0
    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
O       10.10.10.0/24 [110/65] via 192.168.10.2, 14:27:57, Serial0/0/0
C       10.1.1.1/32 is directly connected, Loopback0
```

Configuración básica de OSPF

Modificación del costo de un enlace

- Ambos lados de un enlace serial deben configurarse con el mismo ancho de banda
 - Comandos utilizados para modificar el valor del ancho de banda:
 - Comando **bandwidth**
 - Ejemplo: Router(config-if)#**bandwidth** *ancho de banda en kbp*
 - El comando **ip ospf cost** permite especificar directamente el costo de interfaz
 - Ejemplo: R1(config)#interface serial 0/0/0.
R1(config-if)#ip ospf cost 1.562

```
R1(config)#inter serial 0/0/0
R1(config-if)#bandwidth 64
R1(config-if)#inter serial 0/0/1
R1(config-if)#bandwidth 256
R1(config-if)#end
R1#show ip ospf interface serial 0/0/0
Serial0/0 is up, line protocol is up
Internet Address 192.168.10.1/30, Area 0
Process ID 1, Router ID 10.1.1.1, Network Type POINT_TO_POINT, Cost: 1562
Transmit Delay is 1 sec, State POINT_TO_POINT,
<output omitted>
```

$10^8 / 64,000 \text{ bps} = 1562$

```
R1(config)#inter serial 0/0/0
R1(config-if)#ip ospf cost 1562
R1(config-if)#end
R1#show ip ospf interface serial 0/0/0
Serial0/0 is up, line protocol is up
Internet Address 192.168.10.1/30, Area 0
Process ID 1, Router ID 10.1.1.1, Network Type POINT_TO_POINT, Cost: 1562
Transmit Delay is 1 sec, State POINT_TO_POINT,
<output omitted>
```

No se necesita cálculo

Configuración básica de OSPF

Modificación del costo del enlace

- Diferencia entre el comando `bandwidth` y el comando `ip ospf cost`:
 - El comando **`ip ospf cost`**
 - Establece el costo en un valor específico
 - El comando **`bandwidth`**
 - Calcula el costo del enlace

Comandos equivalentes

Comandos `bandwidth`

```
Router R1
R1(config)#interface serial 0/0/0
R1(config-if)#bandwidth 64

R1(config)#interface serial 0/0/1
R1(config-if)#bandwidth 256

Router R2
R2(config)#interface serial 0/0/0
R2(config-if)#bandwidth 64

R2(config)#interface serial 0/0/1
R2(config-if)#bandwidth 128

Router R3
R3(config)#interface serial 0/0/0
R3(config-if)#bandwidth 256

R3(config)#interface serial 0/0/1
R3(config-if)#bandwidth 128
```

Comandos `ip ospf cost`

```
Router R1
R1(config)#interface serial 0/0/0
R1(config-if)#ip ospf cost 1562

R1(config)#interface serial 0/0/1
R1(config-if)#ip ospf cost 390

Router R2
R2(config)#interface serial 0/0/0
R2(config-if)#ip ospf cost 1562

R2(config)#interface serial 0/0/1
R2(config-if)#ip ospf cost 781

Router R3
R3(config)#interface serial 0/0/0
R3(config-if)#ip ospf cost 390

R3(config)#interface serial 0/0/1
R3(config-if)#ip ospf cost 781
```

