



# Comunicaciones de Datos

OSPF de área única



# Agenda

1. Características de OSPF
2. Configuración de OSPFv2 de área única
- ~~3. Configuración de OSPFv3 de área única~~



# 1. Características de OSPF



# Evolución de OSPF

## Protocolos de gateway interior

	Protocolos de gateway interior				Protocolos de gateway exterior
	Vector distancia		Estado de enlace		Vector ruta
IPv4	RIPv2	EIGRP	OSPFv2	IS-IS	BGP-4
IPv6	RIPng	EIGRP para IPv6	OSPFv3	IS-IS para IPv6	BGP-MP

1988

1989  
Actualizado en 2014



# Características de OSPF





# Componentes de OSPF

Base de datos	Tabla	Descripción
Base de datos de adyacencias	Tabla de vecinos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lista de todos los routers vecinos con los que un router estableció comunicación bidireccional.</li><li>• Esta tabla es única para cada router.</li><li>• Ver con comando <b>show ip ospf neighbor</b>.</li></ul>
Base de datos de estado de enlace (LSDB)	Tabla de topología	<ul style="list-style-type: none"><li>• Muestra información sobre todos los otros routers en la red.</li><li>• Esta BD representa la topología de la red.</li><li>• Todos los routers dentro de un área tienen LSDB idénticas.</li><li>• Ver con comando <b>show ip ospf database</b>.</li></ul>
Base de datos de reenvío	Tabla de enrutamiento	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lista de rutas generadas cuando se ejecuta un algoritmo en la base de datos de estado de enlace.</li><li>• La tabla de routing de cada router es única y contiene información sobre cómo y dónde enviar paquetes para otros routers.</li><li>• Ver con el comando <b>show ip route</b>.</li></ul>



## Componentes de OSPF

Los routers OSPF intercambian paquetes. Estos paquetes se utilizan para descubrir routers vecinos y también p/intercambiar información de routing, a fin de mantener información precisa acerca de la red.

Intercambian paquetes de:

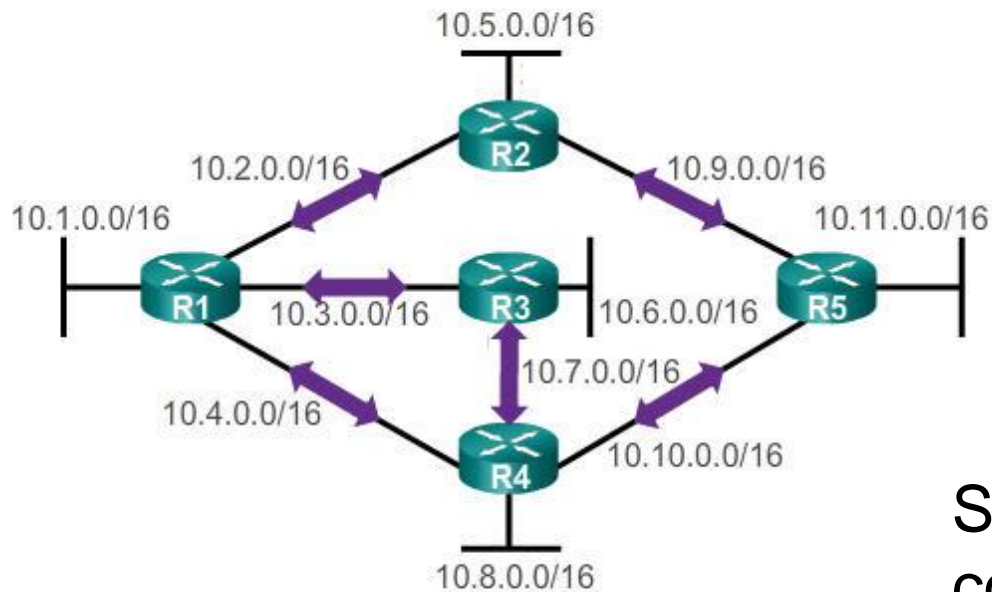
- Saludo
- Descripción de la DB de datos
- Solicitud de estado de enlace
- Actualización de estado de enlace
- Acuse de recibo de estado de enlace





# Funcionamiento de estado de enlace

Los routers intercambian paquetes de saludo



Paquetes de saludo



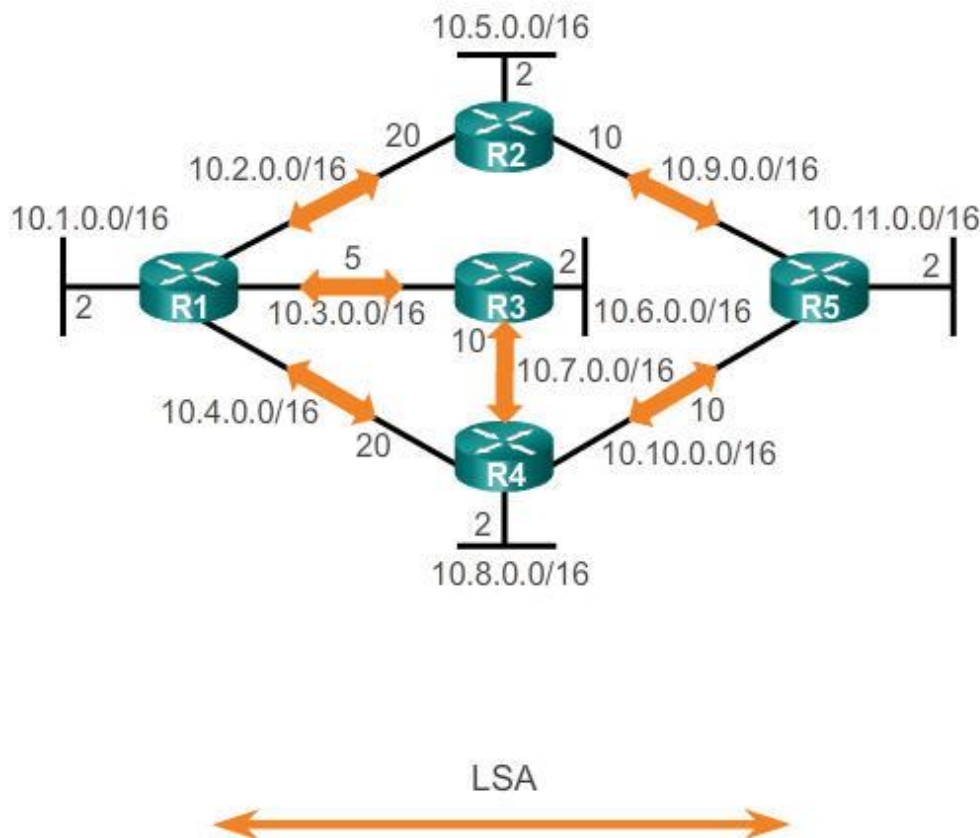
Si detecta un vecino, el router con OSPF habilitado, intenta establecer una adyacencia de vecino con ese vecino.





# Funcionamiento de estado de enlace

Los routers intercambian LSA

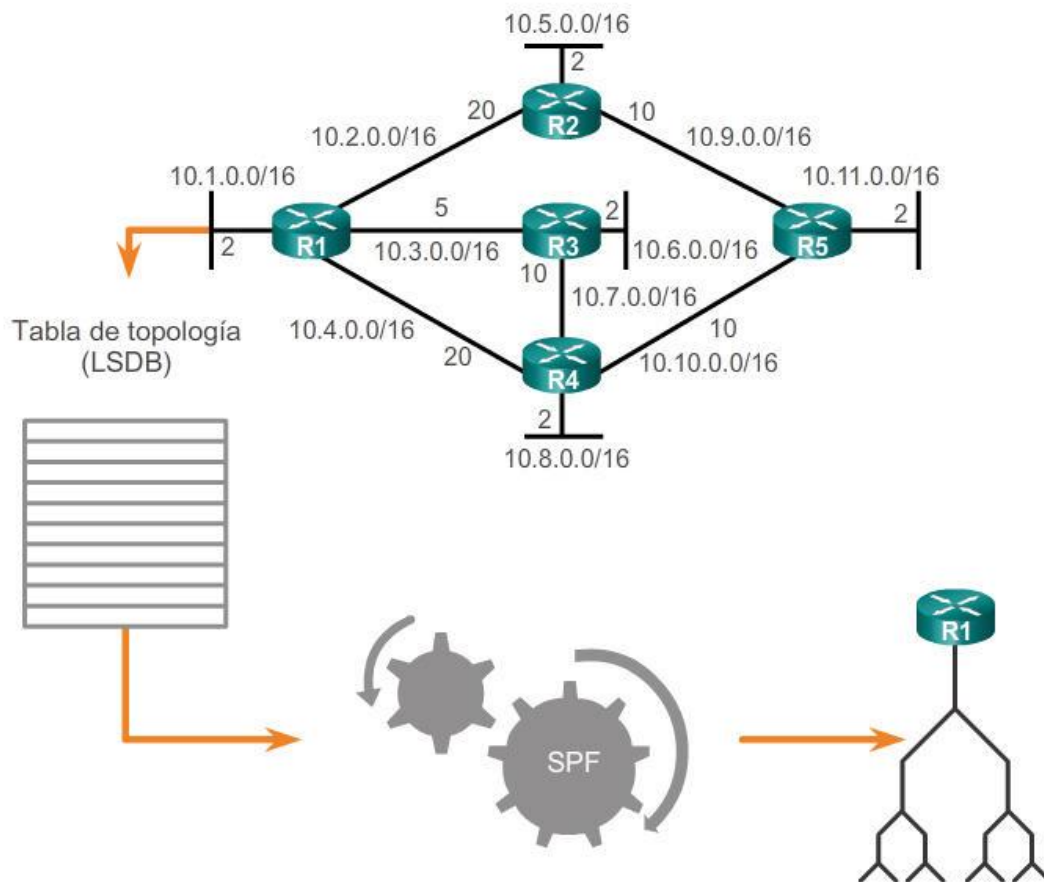


- Las LSA contienen el estado y el costo de cada enlace conectado directamente.
- Los routers saturan a los vecinos adyacentes con sus LSA.
- Los vecinos adyacentes que reciben las LSA saturan de inmediato a otros vecinos conectados directamente, hasta que todos los routers en el área tengan todas las LSA.



# Funcionamiento de estado de enlace

El R1 crea el árbol SPF

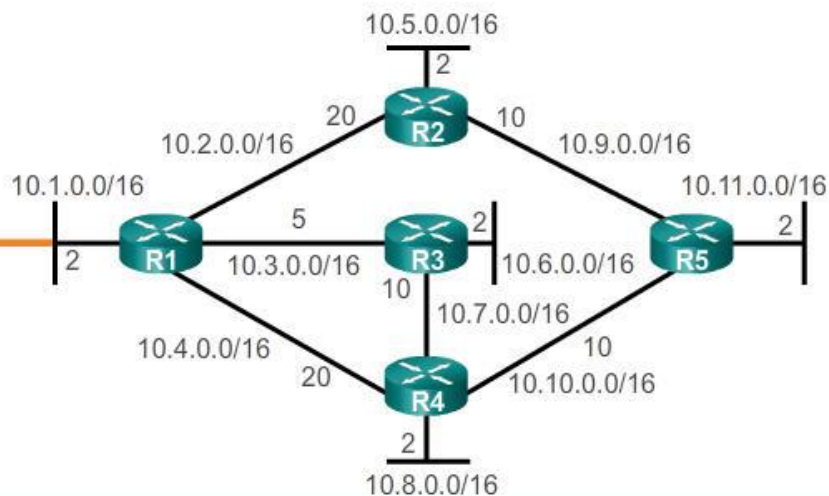


- Cree la tabla de topología según las LSA recibidas.
- Finalmente, esta base de datos contiene toda la información sobre la topología de la red.
- Ejecute el algoritmo SPF.



# Funcionamiento de estado de enlace

Contenido del árbol SPF del R1

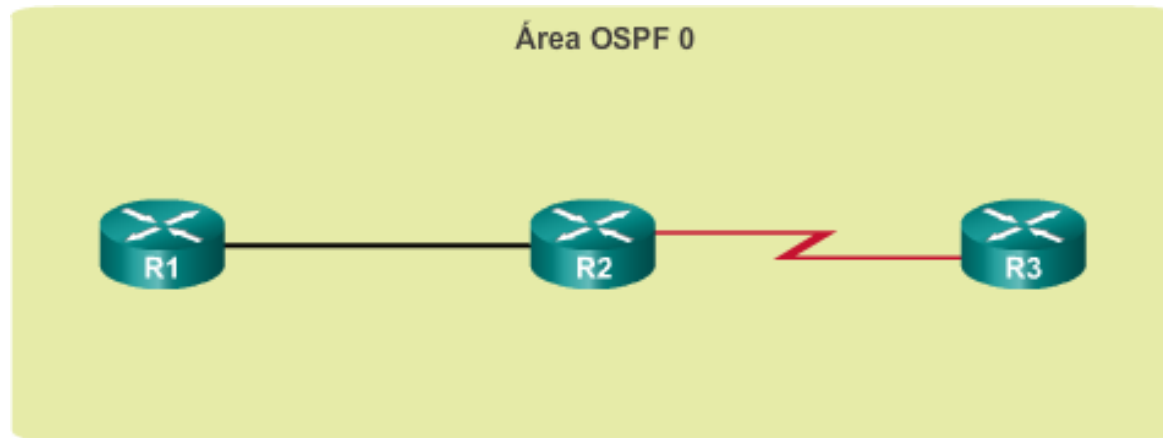


Las mejores rutas del árbol SPF se insertan en la tabla de routing.

Destino	Ruta más corta	Costo
10.5.0.0/16	R1 → R2	22
10.6.0.0/16	R1 → R3	7
10.7.0.0/16	R1 → R3	15
10.8.0.0/16	R1 → R3 → R4	17
10.9.0.0/16	R1 → R2	30
10.10.0.0/16	R1 → R3 → R4	25
10.11.0.0/16	R1 → R3 → R4 → R5	27



# OSPF de área única

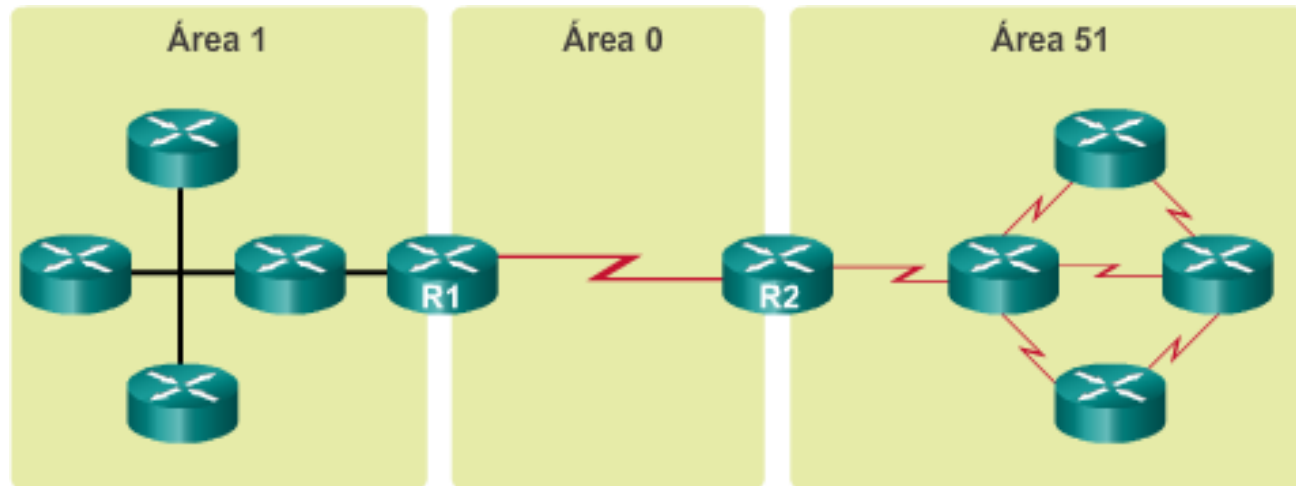


- El área 0 también se denomina “área backbone”.
- OSPF de área única es útil en redes pequeñas con pocos routers.





# OSPF multiárea

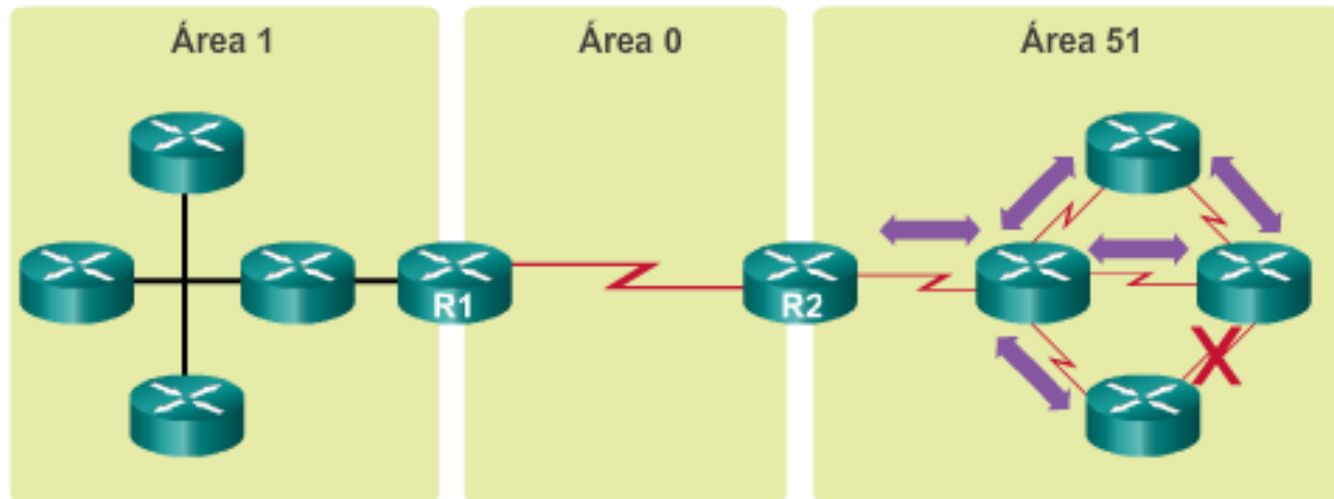


- Implementado mediante una jerarquía de área de dos capas, dado que todas las áreas se deben conectar al área backbone (área 0).
- Los routers que interconectan áreas se denominan “routers fronterizos de área” (ABR).
- Útil en implementaciones de redes más grandes para reducir la sobrecarga de procesamiento y memoria.





# OSPF de área única y OSPF multiárea



- La falla del enlace afecta solo el área local (área 51).
- El ABR (R2) aísla la falla solo al área 51.
- Los routers en las áreas 0 y 1 no necesitan ejecutar el algoritmo SPF.



Encabezado de  
trama de enlace de  
datos

Encabezado de  
paquete IP

Encabezado del  
paquete OSPF

Base de datos  
específicos del tipo  
de paquete OSPF

## Trama de enlace de datos (aquí se muestran los campos de Ethernet)

Dirección MAC de destino = multidifusión: 01-00-5E-00-00-05 o 01-00-5E-00-00-06

Dirección MAC de origen = dirección de la interfaz emisora

### Paquete IP

Dirección IP de origen = dirección de la interfaz emisora

Dirección IP de destino = multidifusión: 224.0.0.5 o 224.0.0.6

Campo Protocolo = 89 para OSPF

### Encabezado del paquete OSPF

Código de tipo para el tipo de paquete  
OSPF

ID del router e ID del área

### Tipos de paquetes OSPF

0x01 Saludo

0x02 Descripción de la  
base de datos (DD)

0x03 Solicitud de estado  
de enlace

0x04 Actualización de  
estado de enlace

0x05 Acuse de recibo de  
estado de enlace

Mensajes OSPF

## Campos del encabezado IPv4 OSPF

## Mensajes OSPF

# Tipos de paquetes OSPF

Tipo	Nombre del paquete	Descripción
1	Hello	Descubre los vecinos y construye adyacencias entre ellos.
2	Database Description (DBD)	Controla la sincronización de base de datos de routers.
3	Link State Request (LSR)	Solicita registros específicos de estado de enlace de router a router.
4	Link State Update (LSU)	Envía los registros de estado de enlace específicamente solicitados.
5	Link State ACK (LSA)	Reconoce los demás tipos de paquetes.

## Mensajes OSPF

# Paquete de saludo

Paquete OSPF de tipo 1 = paquete de saludo

- Descubre vecinos OSPF y establece adyacencias de vecinos.
- Publica parámetros en los cuales dos routers deben acordar convertirse en vecinos.
- Elige el router designado (DR) y el router designado de respaldo (BDR) en redes de accesos múltiples, como Ethernet y Frame Relay.

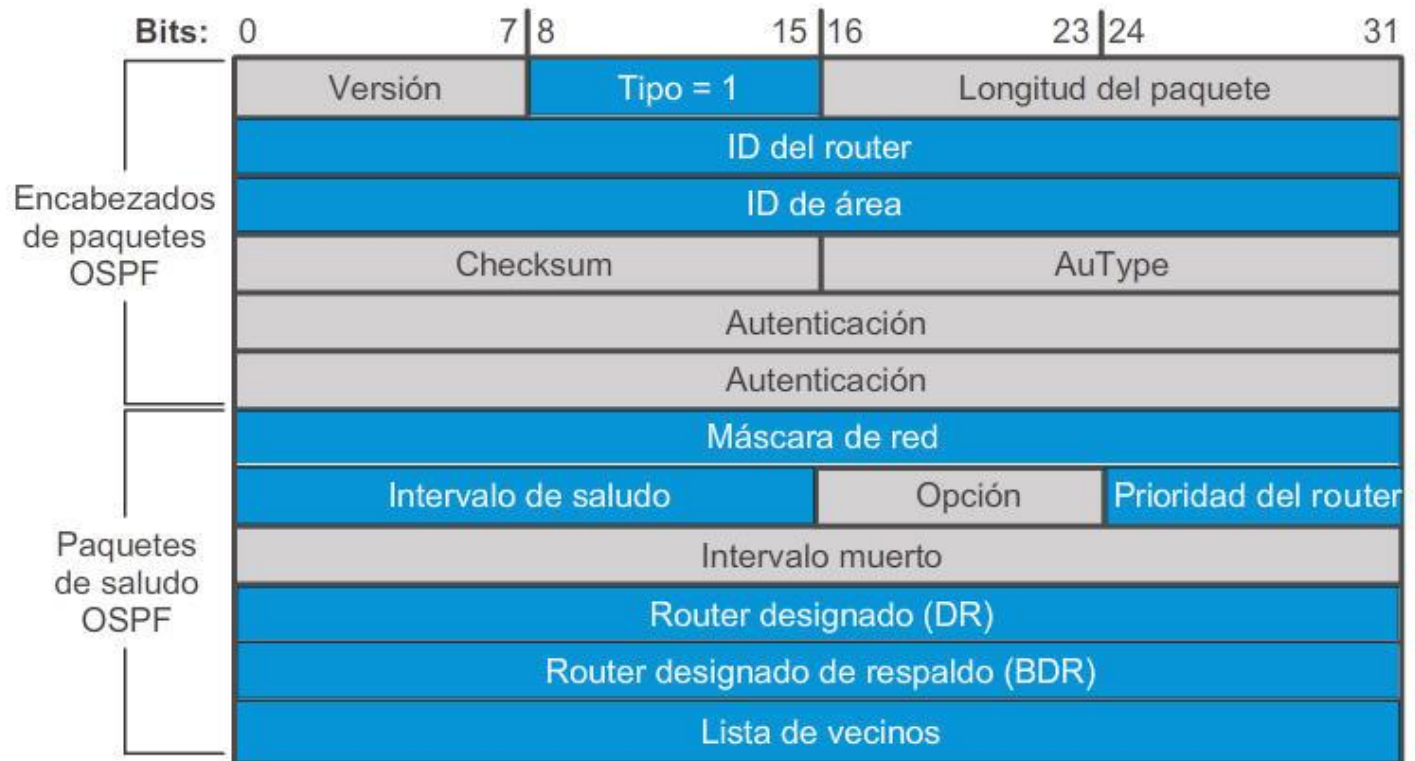




# Mensajes OSPF

## Paquete de saludo

Encabezado de la trama de enlace de datos	Encabezado de paquete IP	Encabezado del paquete OSPF	Datos específicos del tipo de paquete OSPF <b>Paquete de saludo</b>
---	--------------------------	-----------------------------	--





## Mensajes OSPF

# Intervalos de los paquetes de saludo

Los paquetes de saludo OSPF se transmiten:

- A 224.0.0.5 en IPv4 y a FF02::5 en IPv6 (todos los routers OSPF).
- Cada 10 segundos (tiempo predeterminado en redes de accesos múltiples y punto a punto).
- Cada 30 segundos (tiempo predeterminado en redes multiacceso sin difusión [NBMA]).
- El intervalo muerto es el período que el router espera para recibir un paquete de saludo antes de declarar al vecino como inactivo.
- El router satura la LSDB con información acerca del vecino inactivo por todas las interfaces con OSPF habilitado.
- El valor predeterminado de Cisco es cuatro veces el intervalo de saludo.

## Mensajes OSPF Actualizaciones de estado de enlace

### Las LSU contienen LSA

Tipo	Nombre del paquete	Descripción
1	Hola	Descubre los vecinos y construye adyacencias entre ellos
2	DBD	Controla la sincronización de bases de datos entre routers.
3	LSR	Solicita registros específicos de estado de enlace de router a router
4	LSU	Envía los registros de estado de enlace específicamente solicitados
5	LSAck	Reconoce los demás tipos de paquetes

- Una LSU contiene uno o más LSA.
- Los LSA contienen información de la ruta para las redes de destino.

Tipo de LSA	Descripción
1	LSA de router
2	LSA de red
3 o 4	LSA de resumen
5	LSA externos del sistema autónomo
6	LSA de OSPF multicast
7	Definido para áreas no tan llenas
8	LSA de atributos externos para el protocolo de gateway fronterizo (BGP)
9, 10, 11	LSA opacas



## Funcionamiento de OSPF

# Estados operativos de OSPF

Cuando un router OSPF se conecta inicialmente a la red, intenta hacer lo siguiente:

- Crear adyacencias con vecinos
- Intercambiar información de routing
- Calcular las mejores rutas
- Lograr la convergencia
- Al intentar lograr la convergencia, OSPF atraviesa varios estados.

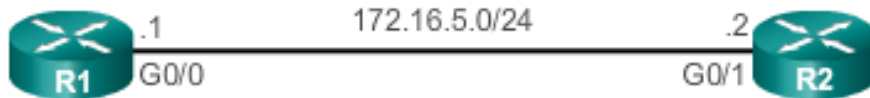






## Funcionamiento de OSPF

# Establecimiento de adyacencias de vecinos



Estado Down



Estado Init



Hola

Hola. Mi ID de router es 172.16.5.1. ¿Hay alguien más en este enlace?

Multidifusión a 224.0.0.5



## Funcionamiento de OSPF

## Establecimiento de adyacencias de vecinos



Estado Down

Estado Init



Hola

Hola. Mi ID de router es 172.16.5.1. ¿Hay alguien más en este enlace?

Multidifusión a 224.0.0.5

## El estado Init



Lista de vecinos del R2:  
172.16.5.1, int. G0/1

Hola. Mi ID de router es 172.16.5.2 y esta es mi lista de vecinos.

Unidifusión a 172.16.5.1



Hola

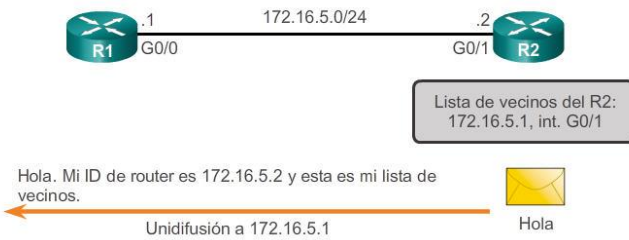




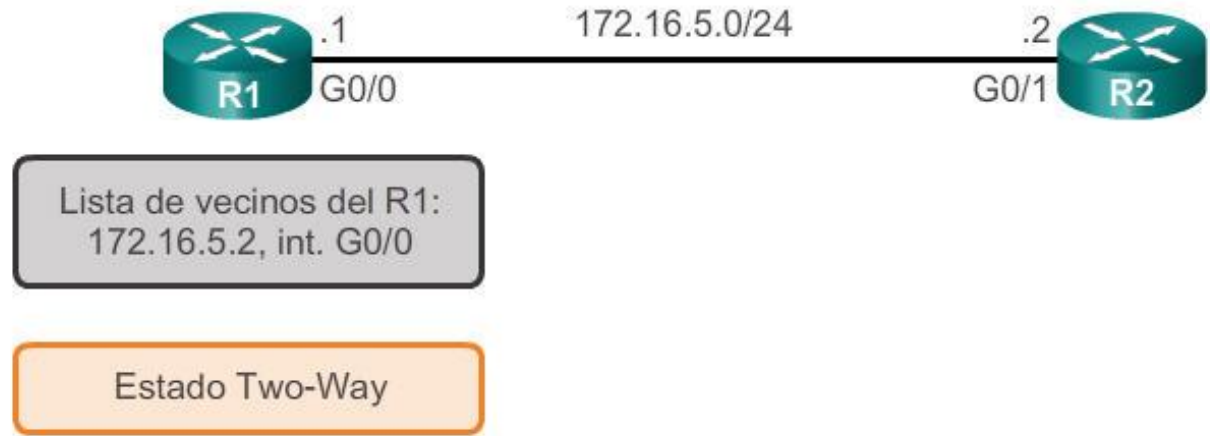
## Funcionamiento de OSPF

## Establecimiento de adyacencias de vecinos

El estado Init



Estado Two-Way





## Funcionamiento de OSPF

## Establecimiento de adyacencias de vecinos

Estado Two-Way



Lista de vecinos del R1:  
172.16.5.2, int. G0/0

Estado Two-Way

## Elección del DR y el BDR



El R1 tiene una prioridad predeterminada de 1 y la segunda ID de router más alta. Será el BDR en este enlace.

El R2 tiene una prioridad predeterminada de 1 y la ID de router más alta. Será el DR en este enlace.

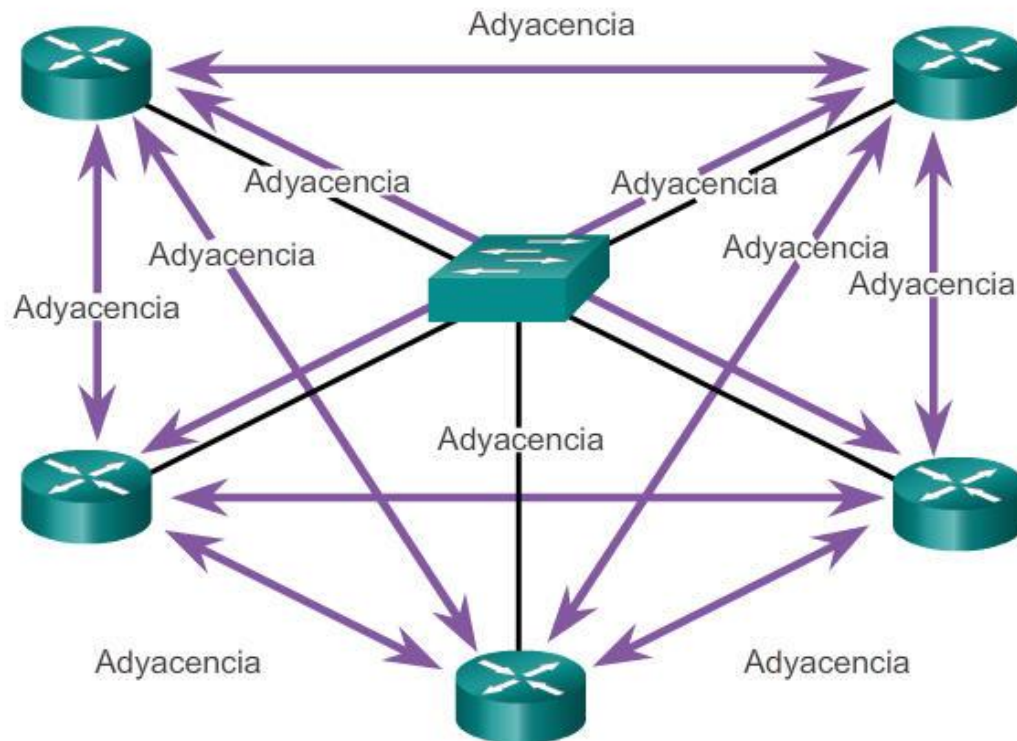
La elección de DR y BDR se produce solo en las redes de accesos múltiples, como las LAN Ethernet.



## Creación de adyacencias con cada vecino

## Funcionamiento de OSPF

# DR y BDR de OSPF



Cantidad de adyacencias =  $n(n - 1) / 2$

$n$  = cantidad de routers

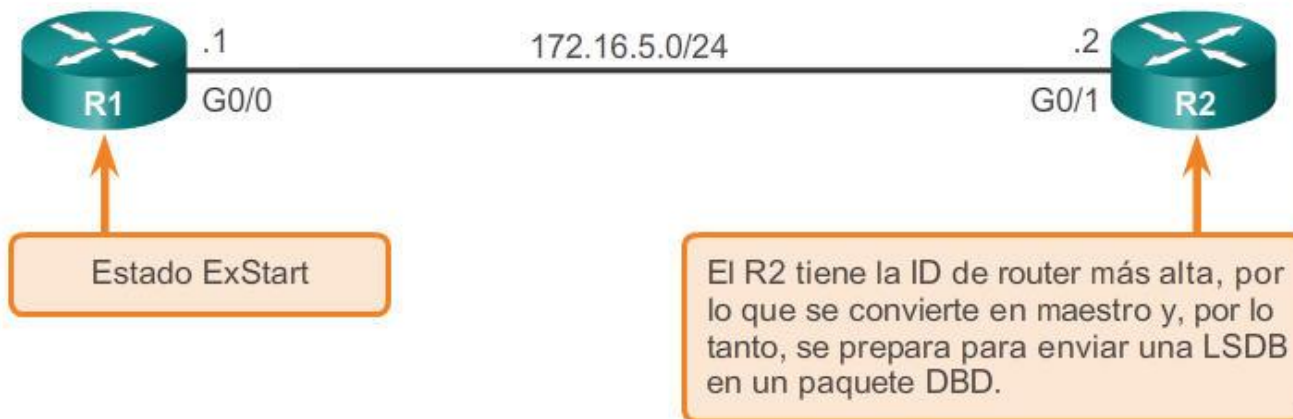
Ejemplo:  $5(5 - 1) / 2 = 10$  adyacencias



## Funcionamiento de OSPF

# Sincronización de bases de datos OSPF

Decisión sobre qué router envía la primera DBD



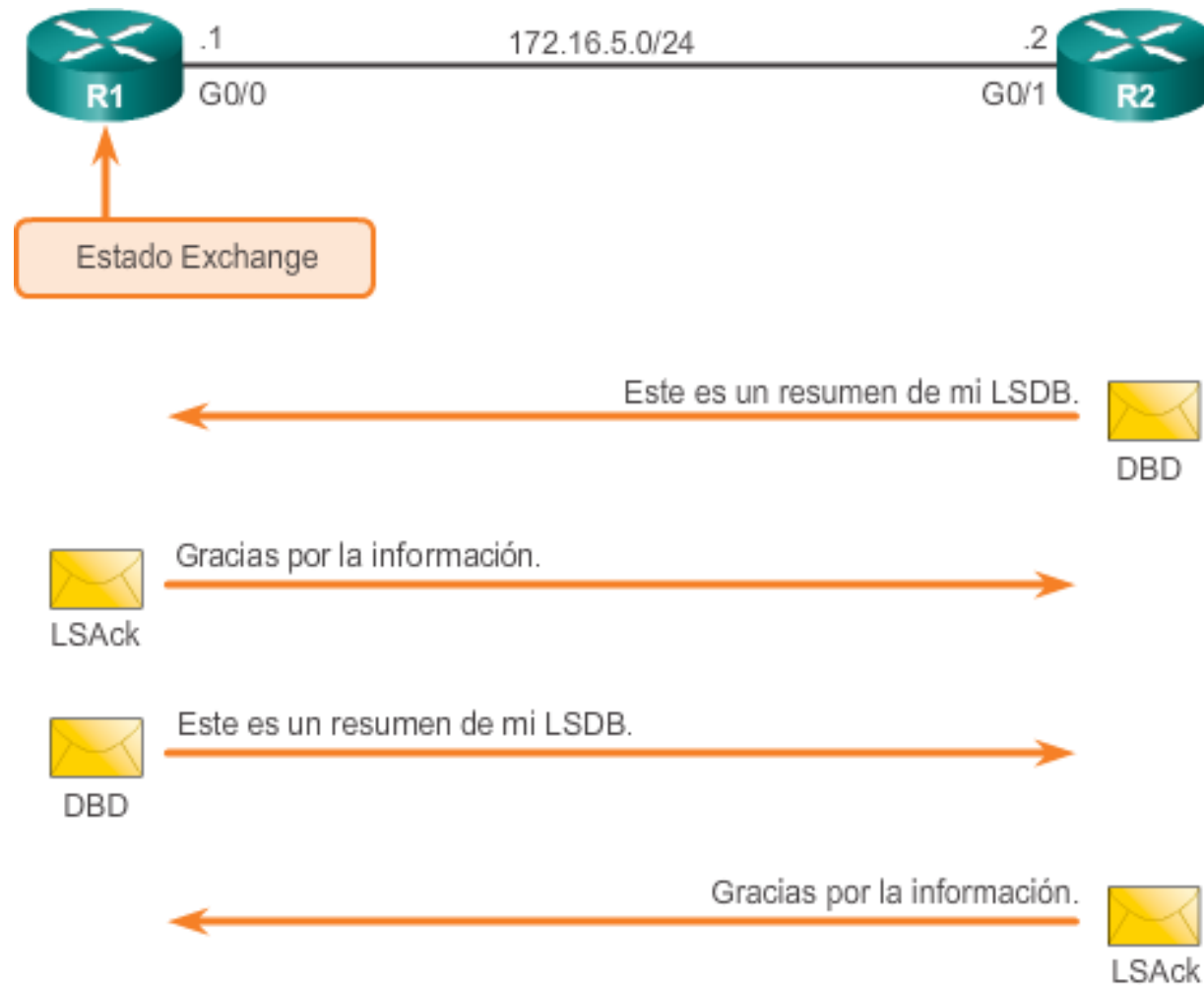




## Funcionamiento de OSPF

# Sincronización de bases de datos OSPF

## Intercambio de paquetes DBD



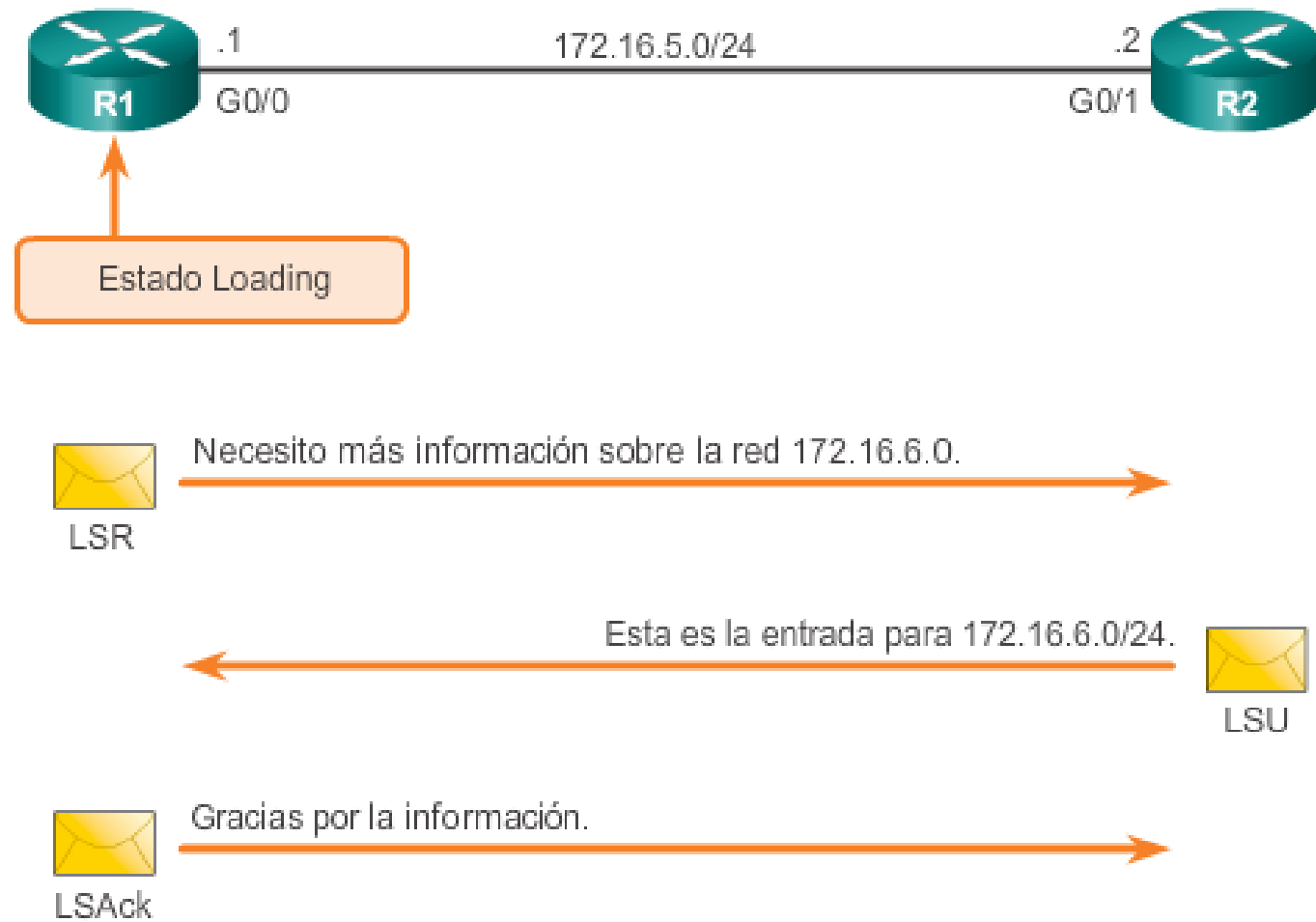




## Funcionamiento de OSPF

# Sincronización de bases de datos OSPF

Obtención de información adicional de la ruta





## 2. Configuración de OSPFv2 de área única

ID de routers OSPF

# Topología de la red OSPF

Ingreso al modo de configuración ospf

```
R1(config)# router ospf 10
```

```
R1(config-router)# ?
```

Router configuration command:

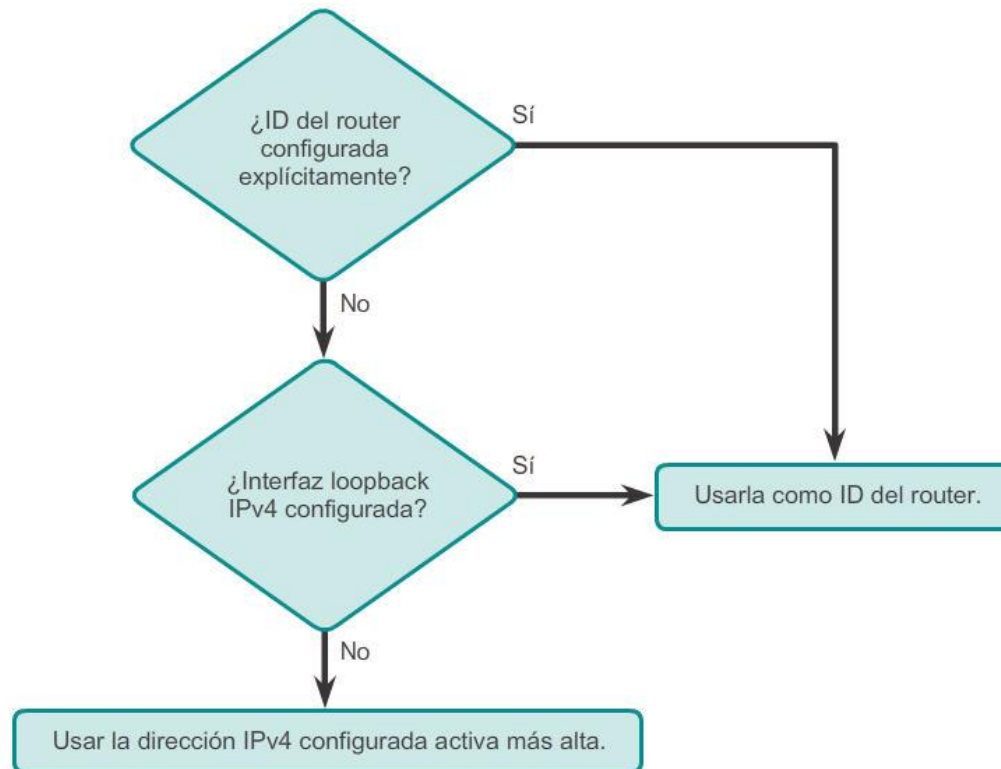
auto-cost	Calculate OSPF interface cost according to bandwidth
network	Enable routing on an IP network
no	Negate a command or set its defaults
passive-interface	Suppress routing updates on an interface
priority	OSPF topology priority
router-id	router-id for this OSPF process



## ID de routers OSPF

# ID de los routers

Orden de prioridad de ID del router







## ID de routers OSPF

## ID de los routers

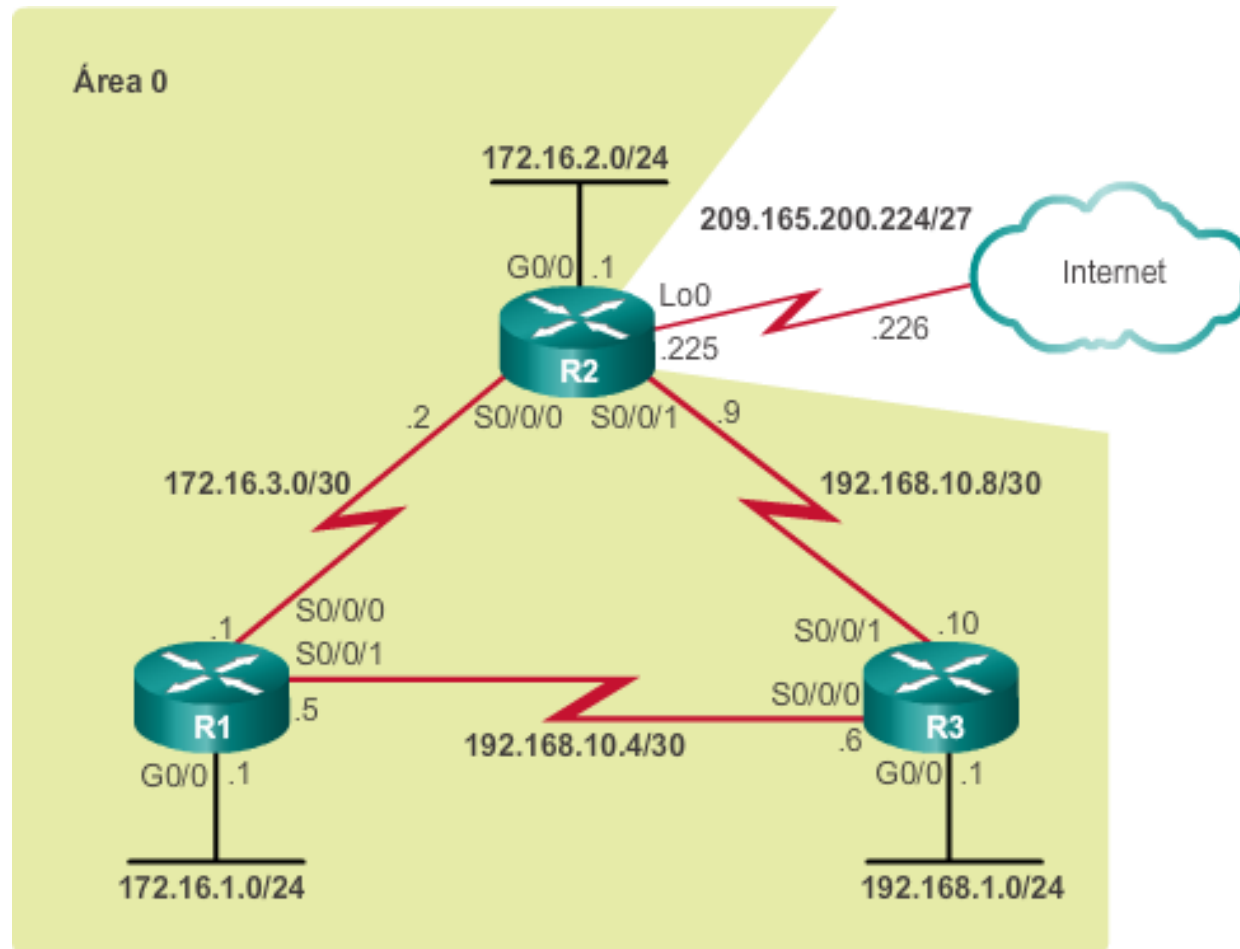
```
R1(config)# router ospf 10
R1(config-router)# router-id 1.1.1.1
% OSPF: Reload or use "clear ip ospf process" command, for this to take
effect
R1(config-router)# end
R1#
*Mar 25 19:46:09.711: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1(config)# interface loopback 0
R1(config-if)# ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
R1(config-router)# end

R1#clear ip ospf process ← Eliminación del proceso OSPF
Reset ALL OSPF processes? [no]:Y
R1#
*Mar 25 19:46:22.423: %SYS-5-ADJCHG: Process 10, Nbr 3.3.3.3 on
Serial0/0/1 from FULL to DOWN, Neighbor Down: Interface down or detached
*Mar 25 19:46:22.423: %SYS-5-ADJCHG: Process 10, Nbr 2.2.2.2 on
Serial0/0/0 from FULL to DOWN, Neighbor Down: Interface down or detached
```



ID de routers OSPF

# Topología de referencia



## Configuración de OSPFv2 de área única

# El comando network

### Asignación de interfaces a una área OSPF

```
R1(config)# router ospf 10  
R1(config-router)# network 172.16.1.0 0.0.0.255 area 0  
R1(config-router)# network 172.16.3.0 0.0.0.3 area 0  
R1(config-router)# network 192.168.10.4 0.0.0.3 area 0  
R1(config-router)#
```

### Asignación de interfaces a una área OSPF con cuádruple cero

```
R1(config)# router ospf 10  
R1(config-router)# network 172.16.1.1 0.0.0.0 area 0  
R1(config-router)# network 172.16.3.1 0.0.0.0 area 0  
R1(config-router)# network 192.168.10.5 0.0.0.0 area 0  
R1(config-router)#
```



Configuración de OSPFv2 de área única

# Configuración de interfaces pasivas

## Configuración de una interfaz pasiva en R1

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

Utilizar el comando **passive-interface** del modo de configuración del router para evitar la transmisión de mensajes de routing a través de una interfaz del router y permitir que se anuncie esa red a otros routers.





Costo de OSPF

# Métrica de OSPF = costo

Tipo de interfaz	Ancho de banda de referencia en bps	Ancho de banda predeterminado en bps	Costo
10 Gigabit Ethernet 10 Gbps	100,000,000	$\div$ 10,000,000,000	1
Gigabit Ethernet 1 Gbps	100,000,000	$\div$ 1,000,000,000	1
Fast Ethernet 100 Mbps	100,000,000	$\div$ 100,000,000	1
Ethernet 10 Mbps	100,000,000	$\div$ 10,000,000	10
Serial 1,544 Mbps	100,000,000	$\div$ 1,544,000	64
Serial 128 kbps	100,000,000	$\div$ 128,000	781
Serial 64 kbps	100,000,000	$\div$ 64,000	1562

El mismo costo debido al ancho de banda de referencia

## Costo de OSPF

# OSPF acumula los costos

```
R1# show ip route | include 172.16.2.0
O      172.16.2.0/24 [110/65] via 172.16.3.2, 03:39:07, Serial 0/0/0
R1#
R1# show ip route 172.16.2.0
Routing entry for 172.16.2.0/24
  Known via "ospf 10", distance 110, metric 65, type intra area
  Last update from 172.16.3.2 on Serial0/0/0, 03:39:15 ago
  Routing Descriptor Blocks:
    * 172.16.3.2, from 2.2.2.2, 03:39:15 ago, via Serial0/0/0
      Route metric is 65, traffic share count is 1
R1#
```

Costo de OSPF

## Ajuste del ancho de banda de referencia y costo

- Utilizar el **comando auto-cost reference-bandwidth**.
- Debe estar configurado en cada router en el dominio OSPF.
- Observe que el valor se expresa en Mb/s:
  - Gigabit Ethernet: auto-cost reference-bandwidth 1000**
  - 10 Gigabit Ethernet: auto-cost reference-bandwidth 10000**

Verificación de OSPF

## Verificación de vecinos OSPF

Verifique que el router haya formado una adyacencia con los routers vecinos.

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

Neighbor	ID	Pri	State	Dead	Time	Address	Interface
2.2.2.2	0	FULL/	-	00:00:38	172.16.3.2	Serial0/0/0	
3.3.3.3	0	FULL/	-	00:00:32	192.168.10.6	Serial0/0/1	

```
R1#
```



## Verificación de OSPF

# Verificación de la configuración del protocolo OSPF

R1#**show ip protocol**

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:

172.16.3.0 0.0.0.3 area 0

192.168.10.4 0.0.0.3 area 0

172.16.1.0 0.0.0.255 area 0

Passive Interface(s):

GigabitEthernet0/0

Routing Information Sources:

Gateway	Distance	Last Update
1.1.1.1	110	00:12:54
2.2.2.2	110	00:12:54
3.3.3.3	110	00:12:54

Distance: (default is 110)

R1#



### 3. Configuración de OSPFv3 de área única

# OSPF Resumen

- Para IPv4 se utiliza OSPFv2.
- Para IPv6 se utiliza OSPFv3.
- Es un protocolo de routing de estado de enlace sin clase con una distancia administrativa predeterminada de 110, y se indica en la tabla de routing con el código de origen de ruta **O**.
- OSPFv2 se habilita con el comando **router ospf** *id-proceso* del modo de configuración global. El valor *id-proceso* tiene importancia en el ámbito local, lo que significa que no necesita coincidir con otros routers OSPF para establecer adyacencias con esos vecinos.
- El comando **network** utiliza el valor *máscara-subred*, que es lo inverso a la máscara de subred, y el valor *id-de-área*.



# OSPF Resumen

- De manera predeterminada, los paquetes de saludo OSPF se envían cada 10 seg en segmentos de accesos múltiples y punto a punto, y cada 30 seg en segmentos NBMA (Frame Relay, X.25, ATM), y OSPF los usa para establecer adyacencias de vecinos. De manera predeterminada, el intervalo muerto es equivalente a cuatro veces el valor del intervalo de saludo.
- Para que los routers establezcan una adyacencia, sus intervalos de saludo, intervalos muertos, tipos de red y máscaras de subred deben coincidir. Use el comando **show ip ospf neighbors** para verificar las adyacencias de OSPF.
- En una red de accesos múltiples, OSPF elige un DR para que funcione como punto de recopilación y distribución de las LSA enviadas y recibidas. Un BDR se elige para cumplir la función del DR en caso de que este falle. Todos los demás routers se conocen como DROthers. Todos los routers envían sus LSA al DR, que luego satura con la LSA todos los demás routers en la red de accesos múltiples.





# OSPF Resumen

- En una red de accesos múltiples, el router con la ID de router más alta es el DR y el router con la segunda ID de router más alta es el BDR. Esto lo puede reemplazar el comando **ip ospf prioridad** en dicha interfaz. El router con el valor de prioridad más alto es el DR y el router con el siguiente valor más alto es el BDR.
- El comando **show ip protocols** se utiliza para verificar la información importante de configuración de OSPF, incluidas la ID del proceso OSPF, la ID del router y las redes que anuncia el router.
- OSPFv3 se habilita en una interfaz, no en el modo de configuración del router. OSPFv3 necesita que se configuren direcciones link-local. Se debe habilitar el routing de unidifusión IPv6 para OSPFv3. Para habilitar una interfaz para OSPFv3, antes se requiere una ID de router de 32 bits.



# OSPF Resumen

- El comando **show ip protocols** se utiliza para verificar la información importante de configuración de OSPFv2, incluso la ID del proceso OSPF, la ID del router y las redes que publica el router.
- OSPFv3
  - Se habilita en una interfaz, no en el modo de configuración del router.
  - Necesita que se configuren direcciones link-local. Se
  - debe habilitar el routing de unidifusión IPv6 para OSPFv3.
  - Para habilitar una interfaz para OSPFv3, antes se requiere una ID de router de 32 bits.
  - El comando **show ipv6 protocols** es una manera rápida de verificar la información de configuración (ID del proceso OSPF, ID del router e interfaces habilitadas para OSPFv3).

# Bibliografía

1. Redes de Computadores, Un enfoque descendente basado en Internet, Kurose, Ross; Pearson Addison Wesley.-
2. CCIE Professional Development: Routing TCP/IP Vol I, Jeff Doyle.-
3. Internetworking Technologies Handbook, Fourth Edition; Cisco Press; 2003.-
4. <http://ecovi.uagro.mx/ccna2/course/module8/index.html#8.0.1.1>



THANK YOU

GRACIAS

ARIGATO

SHUKURIA

DANKSCHEEN

TASHAKKUR ATU

SUKSAMA

EKGHMET

TINGKI

BIYAN

SHUKRIA

YUSPAGARATAM

YAQHANYELAY

CHALTU

NUHUN

SNACHALHUYA

SPASSIBO

GRACIAS

ARIGATO

SHUKURIA

TAVTAPUCH

MEDAWAGSE

BAIKA

JUSPAXAR

GOZAIMASHITA

EFCHARISTO

AGUYJE

FAKAAUE

KOMAPSUMNIDA

MAAKE

LAH

GRAZIE

MEHRBANI

PALDIES

BOLZIN

MERCY

MINMONCHAR

MAKETAI

SIKOMO

EYOJU

HATUR

GUR

UNALCHEESH

DENKAUJA

WENACHALHYA

MERSI

ATTO

ANIKHA

DHANYADAD

WABEEJA

MAITEKA

HUI

YUSPAGARATAM