



# Protocolos de enrutamiento dinámico

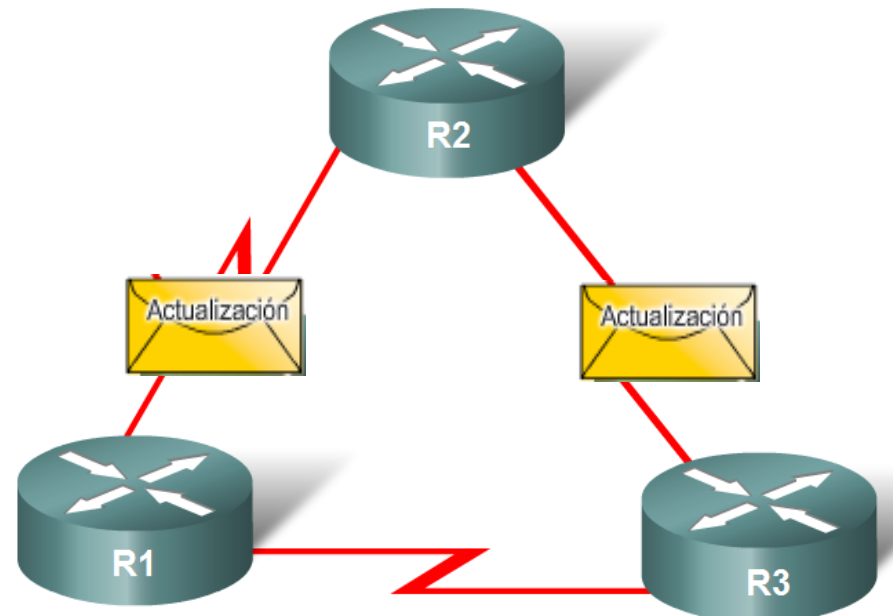


Cisco | Networking Academy®  
Mind Wide Open™

# Protocolos de enrutamiento dinámico

- Funciones de los protocolos de enrutamiento dinámico:
  - Compartir información de forma dinámica entre routers.
  - Actualizar las tablas de enrutamiento de forma automática cuando cambia la topología.
  - Determinar cuál es la mejor ruta a un destino.

Los routers envían las actualizaciones de manera dinámica



# Protocolos de enrutamiento dinámico

## ■ Componentes de los protocolos de enrutamiento dinámico

### Algoritmo

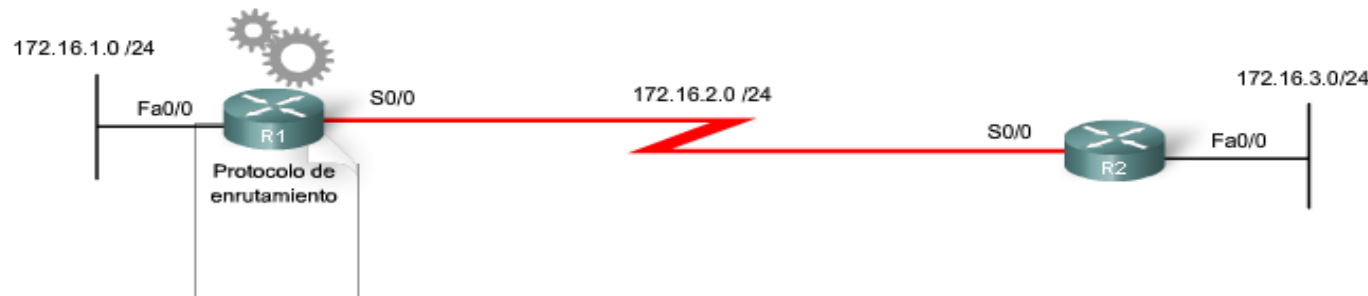
En el contexto de los protocolos de enrutamiento, los algoritmos se usan para facilitar información de enrutamiento y determinar la mejor ruta.

### Mensajes de los protocolos de enrutamiento

Estos mensajes se utilizan para descubrir routers vecinos e intercambiar información de enrutamiento.

Funcionamiento del protocolo de enrutamiento

Los protocolos de enrutamiento se utilizan para intercambiar información de enrutamiento entre los routers.

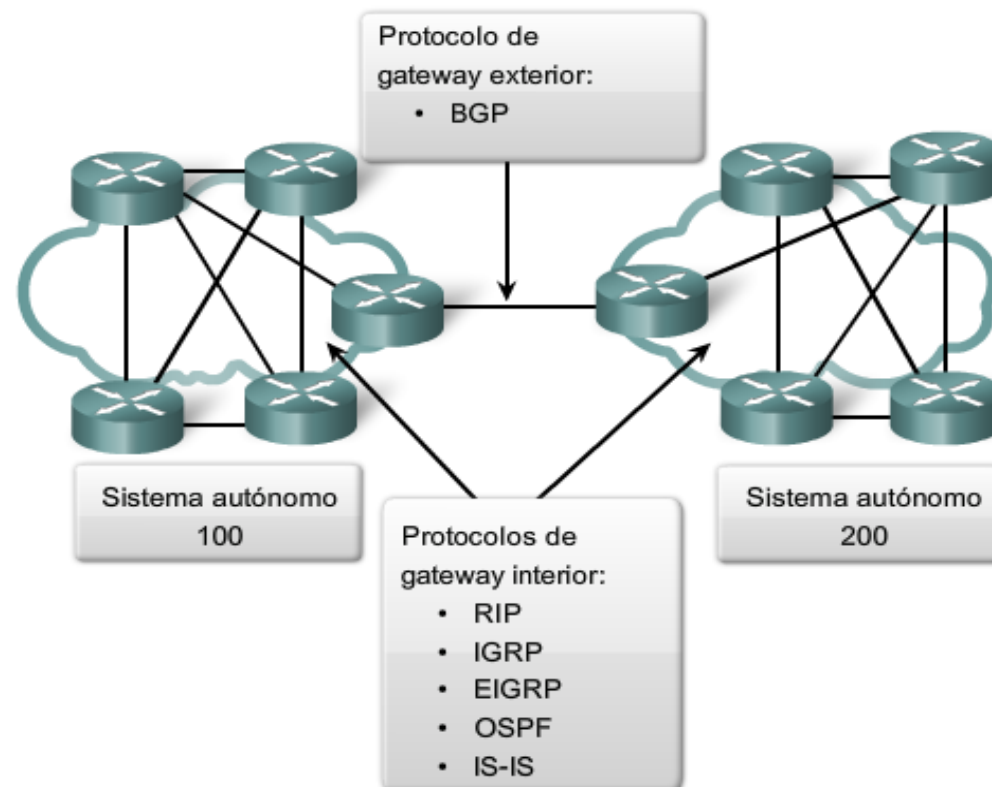


# Clasificación de protocolos de enrutamiento

## ■ Tipos de protocolos de enrutamiento:

- **Protocolos de gateway interiores (IGP)**
- **Protocolos de gateway exterior (EGP)**

Comparación entre protocolos de enrutamiento IGP y EGP



# Clasificación de protocolos de enrutamiento

- **Protocolos de enrutamiento de gateway interior (IGP)**
  - Se usan para el enrutamiento dentro de un sistema autónomo y dentro de redes individuales
  - Por ejemplo: RIP, EIGRP, OSPF
- **Protocolos de enrutamiento exterior (EGP)**
  - Se usan para el enrutamiento entre sistemas autónomos
  - Por ejemplo: BGPv4

# Clasificación de protocolos de enrutamiento

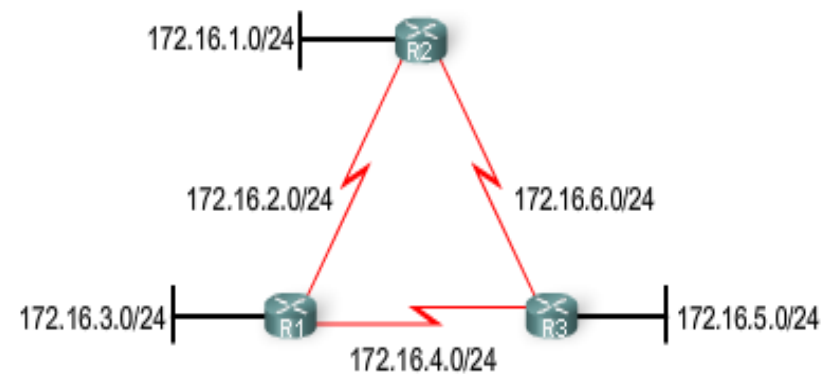
## ■ Protocolos de enrutamiento classful

**NO envían** la máscara de subred durante las actualizaciones de enrutamiento

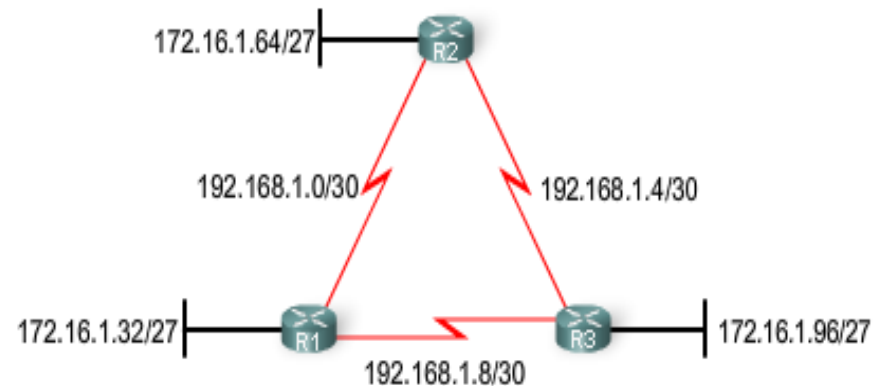
## ■ Protocolos de enrutamiento classless

**Envían** la máscara de subred durante las actualizaciones de enrutamiento

Comparación entre enrutamiento con clase y sin clase



Con clase: La máscara de subred es la misma en toda la topología



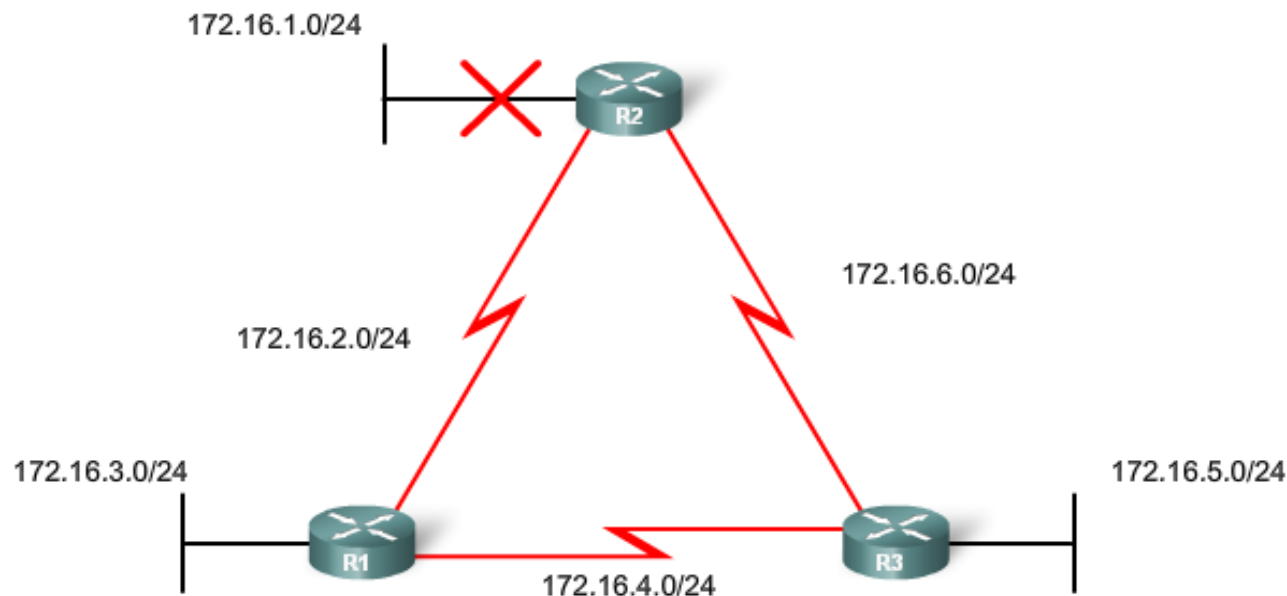
Sin clase: La máscara de subred puede variar en la topología



# Clasificación de protocolos de enrutamiento

- **La convergencia** se define como el estado en el que las tablas de enrutamiento de todos los routers son **uniformes**

Comparación de convergencia



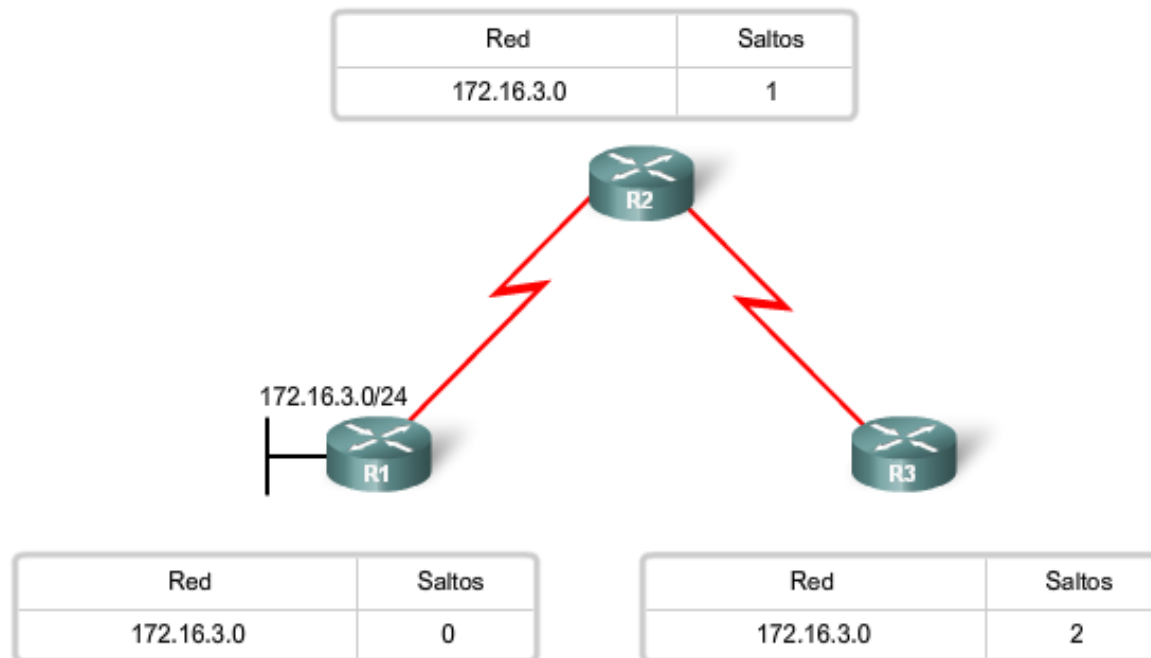
Convergencia más lenta: RIP y IGRP  
 Convergencia más rápida: EIGRP y OSPF

# Métricas de los protocolos de enrutamiento

## ■ Métrica

Es un valor que usan los protocolos de enrutamiento para determinar qué rutas son mejores que otras.

Métrica



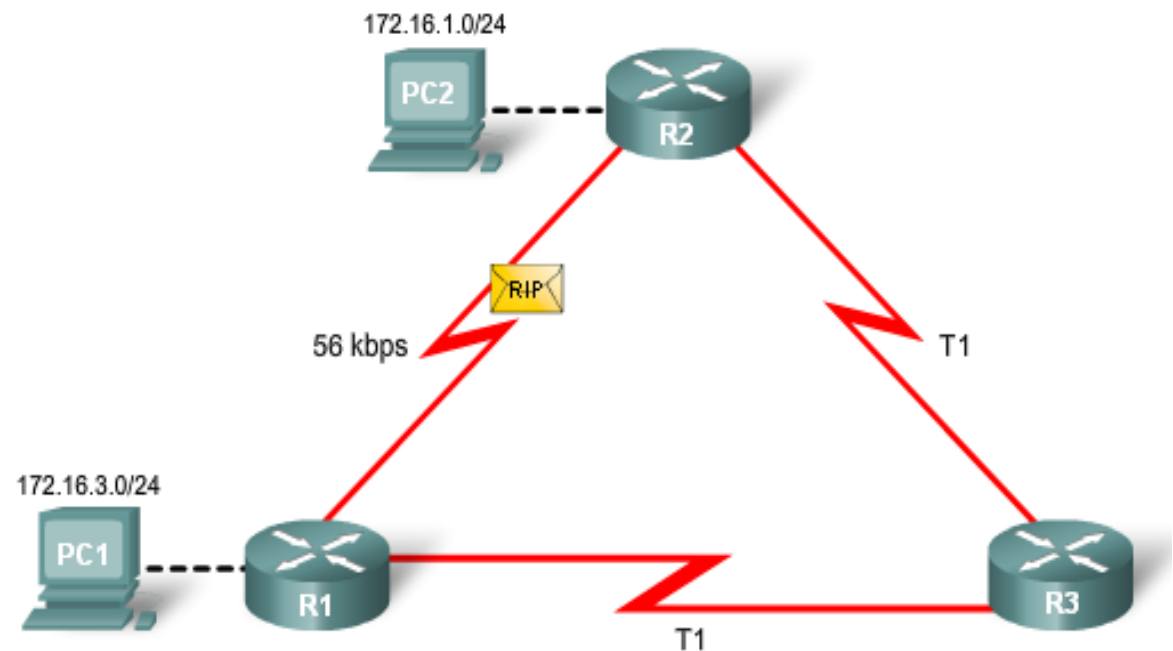


# Métricas de los protocolos de enrutamiento

## ■ Métricas usadas en los protocolos de enrutamiento IP:

- Ancho de banda
- Costo
- Retraso
- Conteo de saltos
- Carga
- Confiabilidad

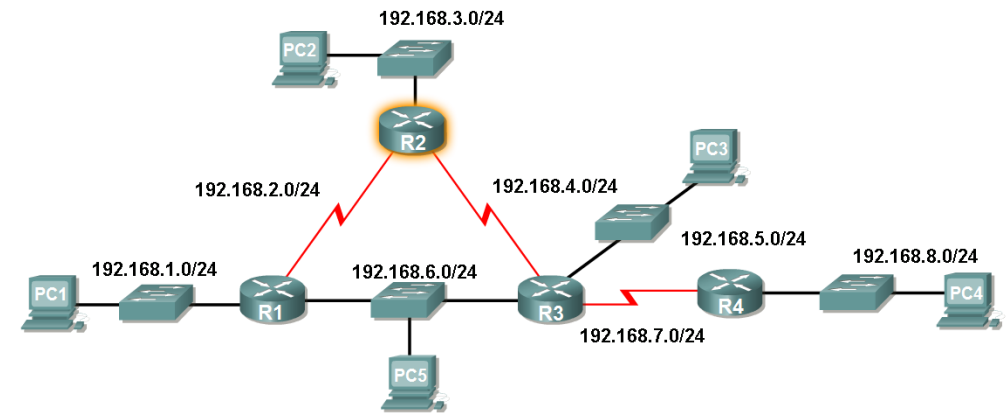
Comparación entre el conteo de saltos y el ancho de banda



**RIP elige la ruta más corta de acuerdo con el conteo de saltos.**  
**OSPF elige la ruta más corta de acuerdo con el ancho de banda.**

# Métricas de los protocolos de enrutamiento

- El campo de métrica de la tabla de enrutamiento
- Métrica** que se usa para cada protocolo de enrutamiento:
  - RIP: conteo de saltos**
  - IGRP y EIGRP: ancho de banda** (usado por defecto), **retraso** (usado por defecto), **carga**, **confiabilidad**
  - IS-IS y OSPF: costo**, **ancho de banda** (implementación de Cisco)



```
R2#show ip route
<output omitted>

Gateway of last resort is not set

R    192.168.1.0/24 [120/1] via 192.168.2.1, 00:00:24, Serial0/0
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0
C    192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C    192.168.4.0/24 is directly connected, Serial0/1
R    192.168.5.0/24 [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:26, Serial0/1
R    192.168.6.0/24 [120/1] via 192.168.2.1, 00:00:24, Serial0/0
                                     [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:26, Serial0/1
R    192.168.7.0/24 [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:26, Serial0/1
R    192.168.8.0/24 [120/2] via 192.168.4.1, 00:00:26, Serial0/1
```

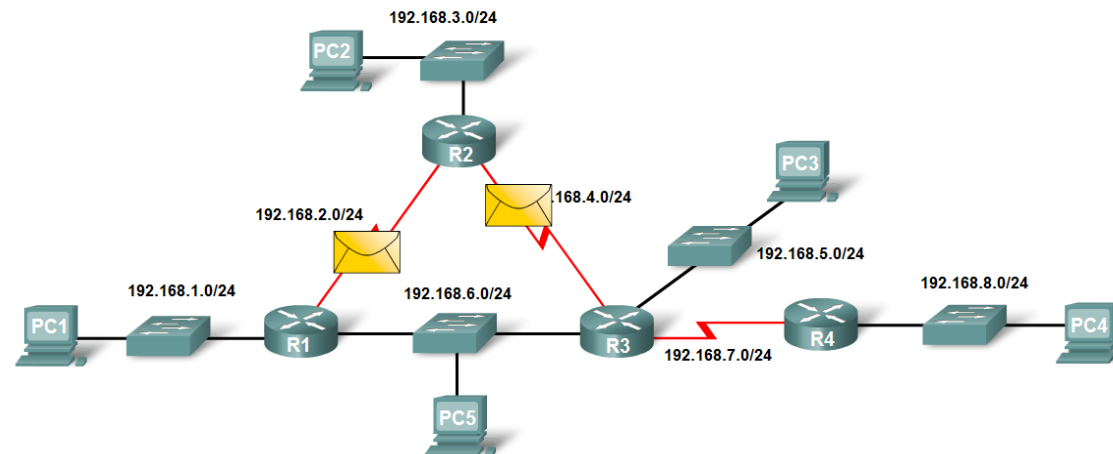
Son 2 saltos desde R2 a 192.168.8.0/24

# Métricas de los protocolos de enrutamiento

## ■ Balanceo de carga

Ésta es la capacidad de un router de distribuir paquetes entre varias rutas de igual costo.

Balanceo de carga a través de rutas del mismo costo



```
R2#show ip route
<output omitted>

R    192.168.6.0/24 [120/1] via 192.168.2.1, 00:00:24, Serial0/0/0
                        [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:26, Serial0/0/1
```

# Distancia administrativa de una ruta

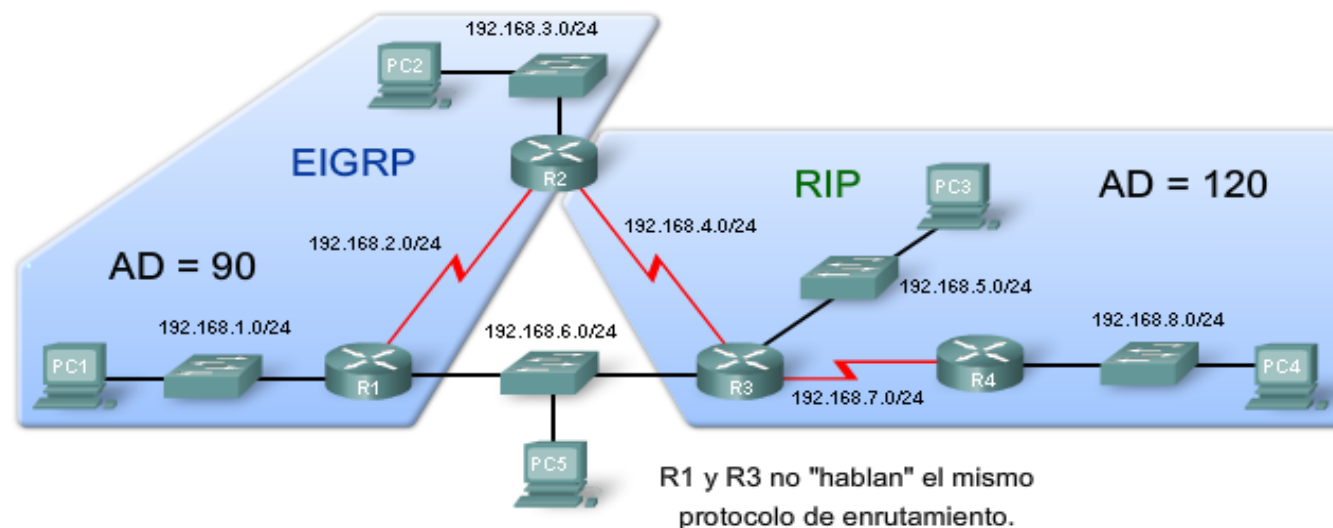
## ■ Objetivo de una métrica

Es un valor calculado **que se usa para determinar la mejor ruta a un destino.**

## ■ Objetivo de la **D**istancia **A**ministrativa

Es un valor numérico que **especifica la preferencia por una ruta determinada.**

Comparación de distancias administrativas

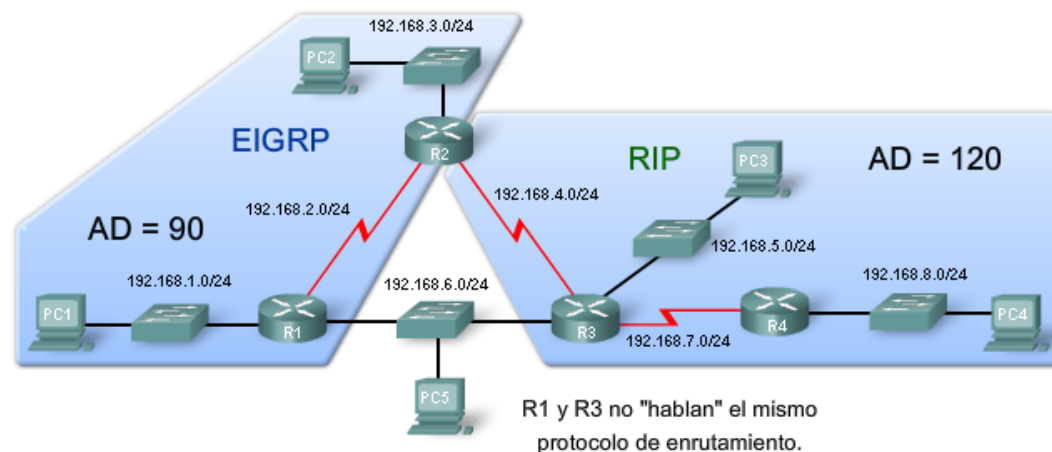


# Distancia administrativa de una ruta

- Identificación de la **D**istancia **A**ministrativa (AD) en una tabla de enrutamiento

Es el **primer número del valor entre paréntesis** de la tabla de enrutamiento.

Comparación de distancias administrativas



```
R2#show ip route
<output omitted>

Gateway of last resort is not set

D   192.168.1.0/24 [90/2172416] via 192.168.2.1, 00:00:24, Serial0/0/0
C   192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
C   192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C   192.168.4.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
R   192.168.5.0/24 [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:08, Serial0/0/1
D   192.168.6.0/24 [90/2172416] via 192.168.2.1, 00:00:24, Serial0/0/0
R   192.168.7.0/24 [120/1] via 192.168.4.1, 00:00:08, Serial0/0/1
R   192.168.8.0/24 [120/2] via 192.168.4.1, 00:00:08, Serial0/0/1
```

```
R2#show ip rip database
192.168.3.0/24   directly connected, FastEthernet0/0
192.168.4.0/24   directly connected, Serial0/0/1
192.168.5.0/24
[1] via 192.168.4.1, Serial0/0/1
192.168.6.0/24
[1] via 192.168.4.1, Serial0/0/1
192.168.7.0/24
[1] via 192.168.4.1, Serial0/0/1
192.168.8.0/24
[2] via 192.168.4.1, Serial0/0/1
```

# Distancia administrativa de una ruta

## ■ Protocolos de enrutamiento dinámico

Distancias administrativas predeterminadas

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



# Distancia administrativa de una ruta

## ■ Rutas conectadas directamente

- Aparecen de forma inmediata en la tabla de enrutamiento apenas se configura la interfaz

```
R2#show ip route
```

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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
```

```
172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
```

```
C    172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
C    172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
S    172.16.3.0 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
C    192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
```

```
S    192.168.2.0/24 [1/0] via 192.168.1.1
```



## Protocolos de enrutamiento por vector de distancia



# Protocolos de enrutamiento de vector de distancia

- **Ejemplos de protocolos de enrutamiento de vector de distancia:**
  - Protocolo de información de enrutamiento (RIP)
  - Protocolo de enrutamiento de gateway interior (IGRP)
  - Protocolo de enrutamiento de gateway interior mejorado (EIGRP)

# Protocolos de enrutamiento de vector de distancia

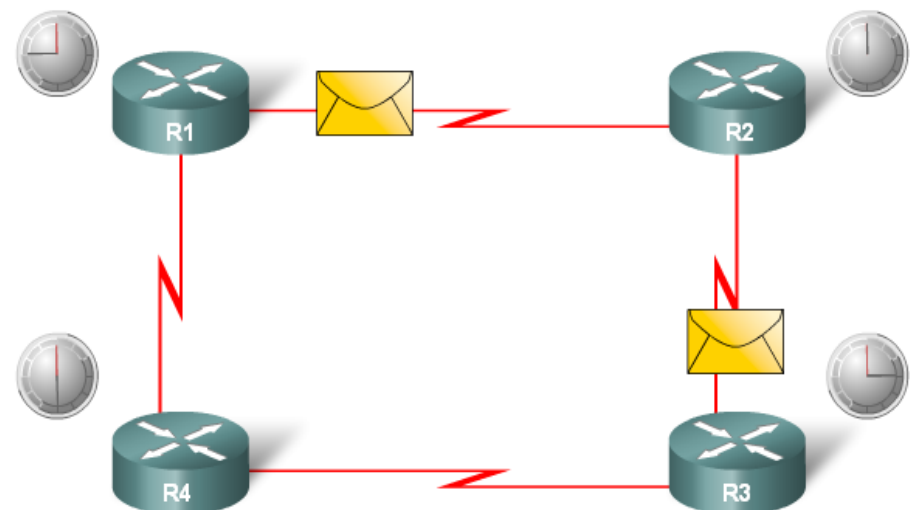
- Tecnología de vector de distancia
  - **Significado del vector de distancia:**
    - Un router que usa protocolos de enrutamiento de vector de distancia tiene información sobre 2 elementos:
      - La distancia al destino final
      - El vector, o la dirección, hacia donde deb dirigirse el tráfico

# Protocolos de enrutamiento de vector de distancia

## Características de los protocolos de enrutamiento de vector de distancia:

- Actualizaciones periódicas
- Vecinos
- Actualizaciones de broadcast
- Toda la tabla de enrutamiento se incluye en la actualización de enrutamiento

Actualizaciones periódicas del vector de distancia





## RIP versión v1,v2





# RIPv1

- Características de RIPv1
  - Un protocolo de enrutamiento de vector de distancia (DV) classful.
  - Métrica = conteo de saltos.
  - Las rutas con un conteo de saltos superior a 15 no se pueden alcanzar.
  - Se envía un broadcast de las actualizaciones cada 30 segundos.

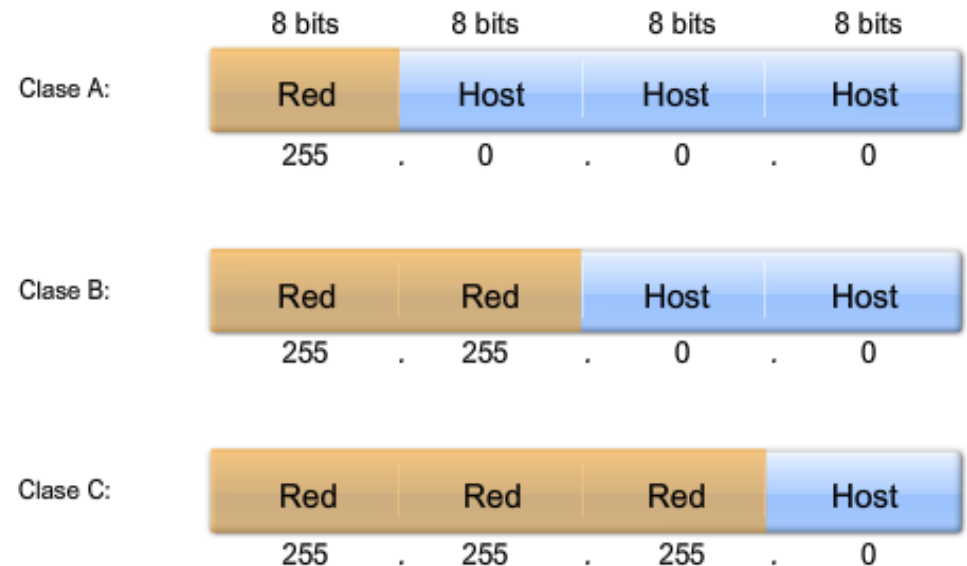
# RIPv1

- Funcionamiento de RIP
  - RIP usa 2 tipos de mensajes:
    - Mensaje de solicitud
      - Cada interfaz habilitada con RIP lo envía en el inicio.
      - Solicita a todos los vecinos con RIP habilitado que envíen la tabla de enrutamiento.
    - Mensaje de respuesta
      - Mensaje enviado al router solicitante con la tabla de enrutamiento.

# RIPv1

- Las direcciones IP inicialmente se dividieron en clases:
  - Clase A
  - Clase B
  - Clase C
- RIP es un protocolo de enrutamiento classful.
  - No envía las máscaras de subred durante las actualizaciones de enrutamiento.

Máscaras de subred por defecto para clases de direcciones



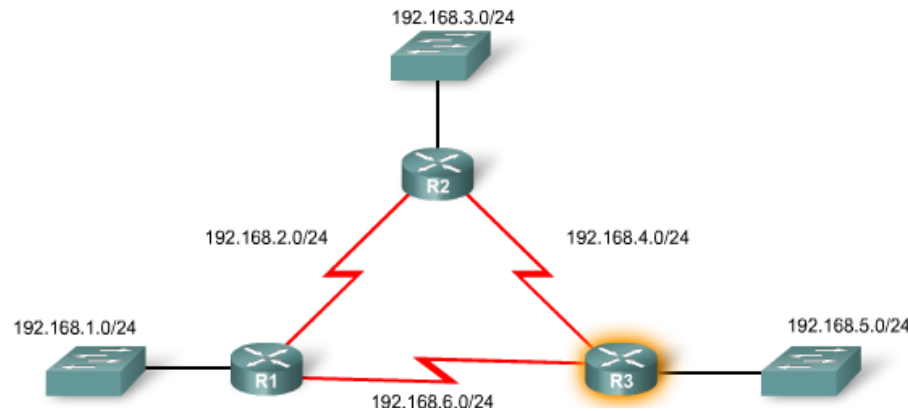
Intervalo de direcciones de Clase A: 1.0.0.0 a 126.255.255.255  
 Intervalo de direcciones de Clase B: 128.0.0.0 a 191.255.255.255  
 Intervalo de direcciones de Clase C: 192.0.0.0 a 223.255.255.255

# RIPv1

## ■ Distancia administrativa

- La distancia administrativa por defecto de RIP es 120

Verificación de la distancia administrativa



R3#show ip route

Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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

```
R 192.168.1.0/24 [120/1] via 192.168.6.2, 00:00:05, Serial0/0/0
R 192.168.2.0/24 [120/1] via 192.168.6.2, 00:00:05, Serial0/0/0
[120/1] via 192.168.4.2, 00:00:05, Serial0/0/1
R 192.168.3.0/24 [120/1] via 192.168.4.2, 00:00:05, Serial0/0/1
C 192.168.4.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
C 192.168.5.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C 192.168.6.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
```

R3#show ip protocols

Routing Protocol is "rip"

<output omitted>

Redistributing: rip

Default version control: send version 1, receive any version

Interface	Send	Recv	Triggered	RIP	Key-chain
FastEthernet0/0	1	1	2		
Serial0/0/0	1	1	2		
Serial0/0/1	1	1	2		

Automatic network summarization is in effect

Routing for Networks:

```
192.168.4.0
192.168.5.0
192.168.6.0
```

Routing Information Sources:

Gateway	Distance	Last Update
192.168.6.2	120	00:00:10
192.168.4.2	120	00:00:18

Distance: (default is 120)

# Configuración básica de RIPv1

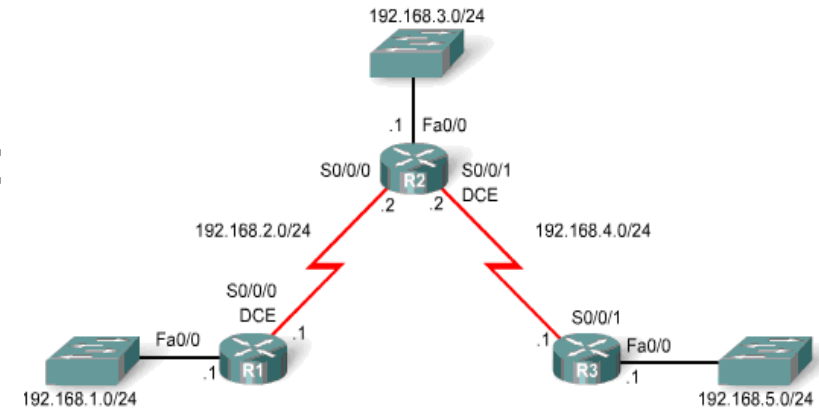
- Comando router rip
  - Para habilitar RIP, escriba:
    - *Router rip* en el indicador de configuración global
    - El indicador será similar a ***R1(config-router)#***

```
R1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CTRL/Z.
R1(config)#router ?
  bgp      Border Gateway Protocol (BGP)
  egp      Exterior Gateway Protocol (EGP)
  eigrp    Enhanced Interior Gateway Protocol (EIRGP)
  igrp     Interior Gateway Routing Protocol (IGRP)
  isis     ISO IS-IS
  iso-igrp IGRP for OSI networks
  mobile   Mobile routes
  odr      On Demand stub Routes
  ospf     Open Shortest Path First (OSPF)
  rip      Routing Information Protocol (RIP)

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

# Configuración básica de RIPv1

- Especificación de redes
  - Use el comando **network** para:
    - Habilitar RIP en todas las interfaces que pertenecen a esta red
    - Publicar esta red en las actualizaciones de RIP que se envían a otros routers cada 30 segundos



```
R1(config)#router rip
R1(config-router)#network 192.168.1.0
R1(config-router)#network 192.168.2.0
```

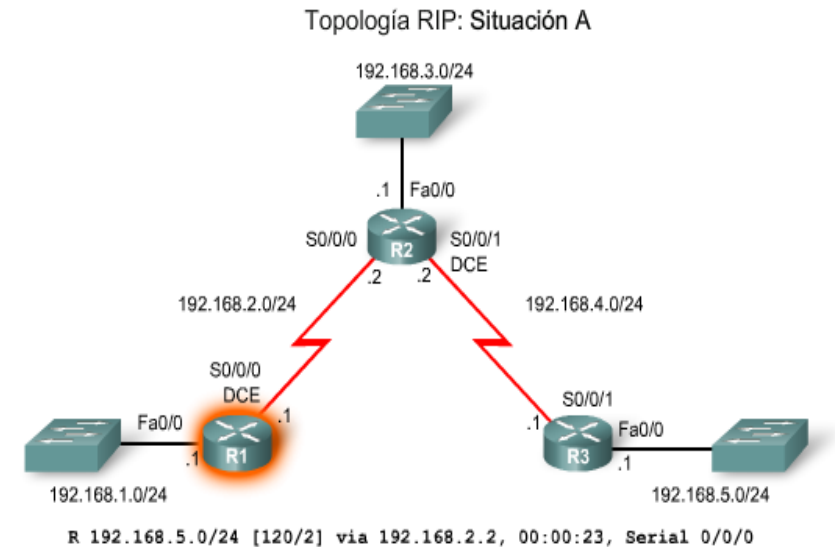
```
R2(config)#router rip
R2(config-router)#network 192.168.2.0
R2(config-router)#network 192.168.3.0
R2(config-router)#network 192.168.4.0
```

```
R3(config)#router rip
R3(config-router)#network 192.168.4.0
R3(config-router)#network 192.168.5.0
```



# Verificación y resolución de problemas

- Show ip route
- Para verificar y resolver problemas de enrutamiento:
  - Use los siguientes comandos:
    - show ip route
    - show ip protocols



Interpretación de una ruta RIP en la tabla de enrutamiento

Resultado	Descripción
R	Identifica el origen de la ruta como RIP.
192.168.5.0	Indica la dirección de la red remota.
/24	La máscara de subred que se usa para esta red
[120/2]	La distancia administrativa (120) y la métrica (2 saltos)
via 192.168.2.2	Especifica la dirección del router del siguiente salto (R2) que envía tráfico hacia la red remota.
00:00:23	Especifica la cantidad de tiempo desde que se actualizó la ruta (aquí, 23 segundos). Otra actualización está programada para dentro de 7 segundos.
Serial0/0/0	Especifica la interfaz local por la cual se puede llegar a la red remota.

# Verificación y resolución de problemas

- El comando **Passive interface**

- Evita que un router envíe actualizaciones a través de una interfaz
- Por ejemplo:

Router(config-router)#passive-interface interface-type interface-number

# Verificación y resolución de problemas

## ■ Interfaces pasivas

Inhabilitación de actualizaciones con el comando `passive-interface`

```
R2(config)#router rip
R2(config-router)#passive-interface FastEthernet 0/0
R2(config-router)#end
R2#show ip protocols
Routing Protocol is "rip"
  Sending updates every 30 seconds, next due in 14 seconds
  Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
  Outgoing update filter list for all interfaces is
  Incoming update filter list for all interfaces is
  Redistributing: rip
  Default version control: send version 1, receive any version
    Interface          Send Recv Triggered RIP Key-chain
  Serial0/0/0          1     1 2
  Serial0/0/1          1     1 2
  Automatic network summarization is in effect
  Routing for Networks:
    192.168.2.0
    192.168.3.0
    192.168.4.0
```

Observe que FastEthernet 0/0 ya no se menciona debajo de "Default version control:"

Sin embargo, R2 sigue siendo el enrutamiento para 192.168.3.0 y ahora menciona a FastEthernet debajo de "Passive Interfaces:"

# RIPv1 y ruta por defecto

- Topología modificada: Situación C
- Rutas por defecto

Los paquetes que no se definan específicamente en la tabla de enrutamiento irán a la interfaz determinada de la ruta por defecto.

Ejemplo: los routers clientes usan las rutas por defecto para conectarse a un router ISP.

El comando usado para configurar una ruta por defecto es:

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 s0/0/1
```

# Introducción

- Tema principal del capítulo
  - Diferencia entre RIPv1 y RIPv2
    - RIPv1
      - Protocolo de enrutamiento de vector de distancia classful
      - No proporciona soporte para subredes no contiguas
      - No proporciona soporte para VLSM
      - No envía las máscaras de subred durante las actualizaciones de enrutamiento
      - Se envían las actualizaciones de enrutamiento por medio de broadcasts
    - RIPv2
      - Protocolo de enrutamiento de vector de distancia classless que es una mejora de las funciones de RIPv1
      - Se incluye la próxima dirección de salto en las actualizaciones
      - Las actualizaciones de enrutamiento se envían por medio de multicast
      - El uso de autenticación es opcional

# Configuración de RIPv2

## ■ Configuración de RIPv2 en un router Cisco

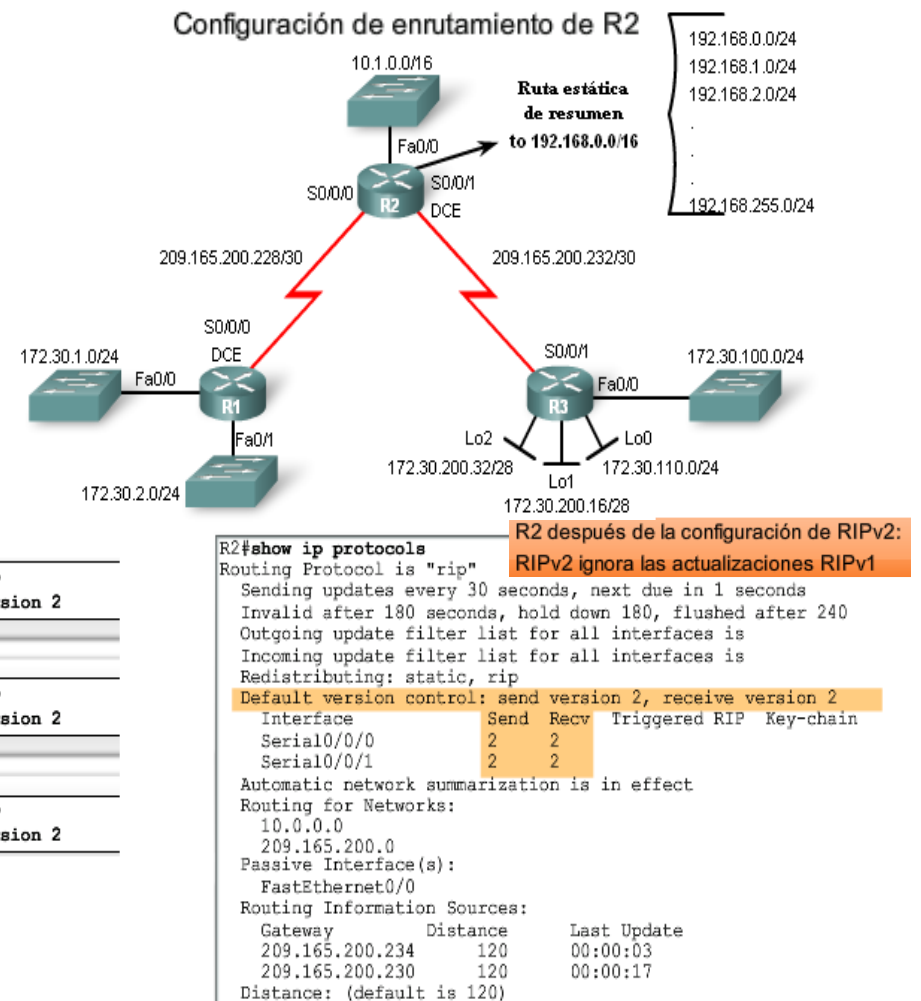
- Requiere el uso de un comando **version 2**
- RIPv2 ignora las actualizaciones de RIPv1

- Para verificar que RIPv2 esté configurado, utilice el comando **show ip protocols**

```
R1(config)#router rip
R1(config-router)#version 2

R2(config)#router rip
R2(config-router)#version 2

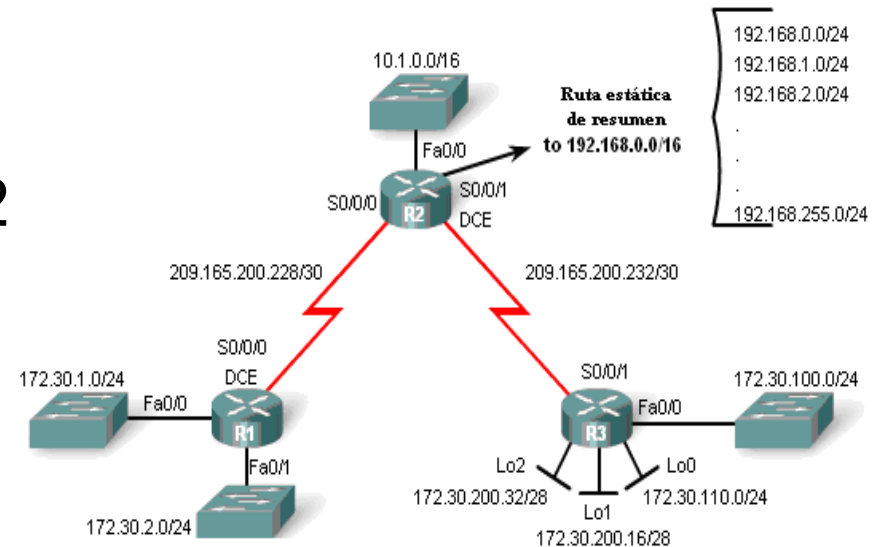
R3(config)#router rip
R3(config-router)#version 2
```





# Configuración de RIPv2

- Sumarización automática y RIPv2
- RIPv2 resumirá automáticamente las rutas en los límites de red principales **y** también puede resumir rutas con una máscara de subred más pequeña que la máscara de subred classful



```
R1#show ip route
Gateway of last resort is not set

C 172.30.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C 172.30.2.0 is directly connected, Loopback0
C 172.30.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C 209.165.200.0/30 is subnetted, 2 subnets
R 209.165.200.232 [120/1] via 209.165.200.229, 00:00:04, Serial0/0/0
C 209.165.200.228 is directly connected, Serial0/0/0
R 10.0.0.0/8 [120/1] via 209.165.200.229, 00:00:04, Serial0/0/0
R 192.168.0.0/16 [120/1] via 209.165.200.229, 00:00:04, Serial0/0/0

R1#debug ip rip
RIP protocol debugging is on
R1#
RIP: sending v2 update to 224.0.0.9 via Serial0/0/0 (209.165.200.230)
RIP: build update entries
RIP: 172.30.0.0/16 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
R1#
<output omitted for brevity>
RIP: received v2 update from 209.165.200.229 on Serial0/0/0
10.0.0.0/8 via 0.0.0.0 in 1 hops
192.168.0.0/16 via 0.0.0.0 in 1 hops
209.165.200.232/30 via 0.0.0.0 in 1 hops
<output omitted for brevity>

R1#show ip protocols
Routing Protocol is "rip"
Sending updates every 30 seconds, next due in 20 seconds
Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
Outgoing update filter list for all interfaces is not set
Incoming update filter list for all interfaces is not set
Redistributing: rip
Default version control: send version 2, receive version 2
Interface Send Recv Triggered RIP Key-chain
FastEthernet0/0 2 2
FastEthernet0/1 2 2
Serial0/1/0 2 2
Automatic network summarization is in effect
Maximum path: 4
```

```
R1#debug ip rip
RIP protocol debugging is on
R1#
RIP: sending v2 update to 224.0.0.9 via Serial0/1/0 (209.165.200.230)
RIP: build update entries
RIP: 172.30.0.0/16 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
R1#
<output omitted for brevity>
RIP: received v2 update from 209.165.200.229 on Serial0/1/0
10.0.0.0/8 via 0.0.0.0 in 1 hops
192.168.0.0/16 via 0.0.0.0 in 1 hops
209.165.200.232/30 via 0.0.0.0 in 1 hops
<output omitted for brevity>
```

# Verificación y resolución de problemas de RIPv2

- **Pasos básicos para la resolución de problemas**
  - Verifique el estado de todos los enlaces
  - Verifique el cableado
  - Verifique la dirección IP y la configuración de la máscara de subred
  - Quite los comandos de configuración innecesarios
- Comandos utilizados para verificar el funcionamiento correcto de RIPv2:
  - Show ip interfaces brief
  - Show ip protocols
  - Show ip route

# Resumen: comandos utilizados por RIP

Comando	Función del comando
Rtr(config)#router rip	Habilita el proceso de enrutamiento del protocolo RIP.
Rtr(config)#version 2	Habilita para trabajar con RIP v2.
Rtr(config-router)#network	Asocia una red con un proceso de enrutamiento RIP.
Rtr(config-router)#passive-interface fa0/0	Evita que las actualizaciones RIP salgan de una interfaz.
Rtr(config-router)#default-information originate	Usado por RIP para propagar las rutas por defecto.
Rtr#show ip protocols	Usado para mostrar los temporizadores que utiliza RIP.

