



# INTRODUCCIÓN A LOS PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO

ALUMNOS:

ANDRÉS ALVARADO VÁZQUEZ  
JOSÉ MANUEL HERNÁNDEZ LANDERO

GRUPO:

5 "D"

"Por la Universidad de Calidad"

# INTRODUCCIÓN

Las redes de datos que usamos en nuestras vidas cotidianas para aprender, jugar y trabajar varían desde pequeñas redes locales hasta grandes internetworks globales. En su casa, posiblemente tenga un router y dos o más computadoras. En el trabajo, su organización probablemente tenga varios routers y switches que atienden a las necesidades de comunicación de datos de cientos o hasta miles de PC.

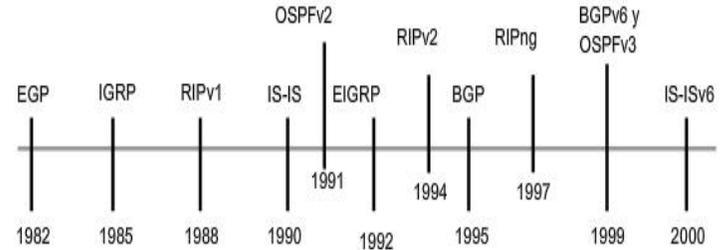


# Evolución de los protocolos de enrutamiento dinámico

Los protocolos de enrutamiento dinámico se han usado en redes desde comienzos de la década de los ochenta. La primera versión de RIP se lanzó en 1982, pero algunos de los algoritmos básicos dentro del protocolo ya se usaban en ARPANET en 1969.

Debido a la evolución de las redes y a su complejidad cada vez mayor, han surgido nuevos protocolos de enrutamiento. La figura muestra la clasificación de los protocolos de enrutamiento.

Clasificación y evolución de los protocolos de enrutamiento

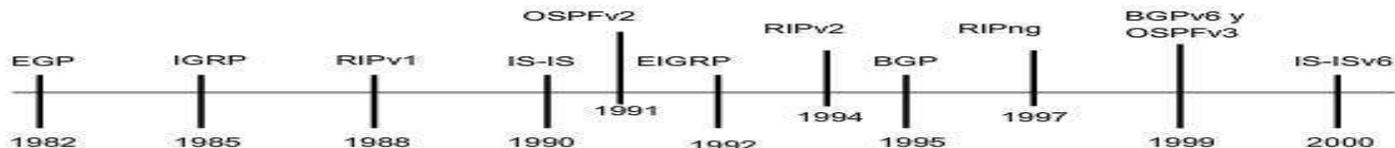


	Protocolos de gateway interior			Protocolos de gateway exterior	
	Protocolos de enrutamiento por vector de distancia		Protocolos de enrutamiento de estado de enlace	Vector de ruta	
Con clase	RIP	IGRP		EGP	
Sin clase	RIPv2	EIGRP	OSPFv2	BGPv4	
IPv6	RIPng	EIGRP para IPv6	OSPFv3	IS-IS para IPv6	BGPv4 para IPv6

Este curso se centra en los protocolos de enrutamiento destacados.

Uno de los primeros protocolos de enrutamiento fue el Routing Information Protocol (RIP). RIP ha evolucionado a una nueva versión, el RIPv2. La versión más nueva de RIP aún no escala a implementaciones de red más extensas. Para abordar las necesidades de redes más amplias, se desarrollaron dos protocolos de enrutamiento avanzados: Open Shortest Path First (OSPF) e Intermediate System-to-Intermediate System (IS-IS). Cisco desarrolló el Interior Gateway Routing Protocol (IGRP) y el Enhanced IGRP (EIGRP), que también escala bien en implementaciones de redes más grandes.

Clasificación y evolución de los protocolos de enrutamiento



	Protocolos de gateway interior			Protocolos de gateway exterior
	Protocolos de enrutamiento por vector de distancia		Protocolos de enrutamiento de estado de enlace	Vector de ruta
Con clase	RIP	IGRP		EGP
Sin clase	RIPv2	EIGRP	OSPFv2	BGPv4
IPv6	RIPv2	EIGRP para IPv6	OSPFv3	BGPv4 para IPv6

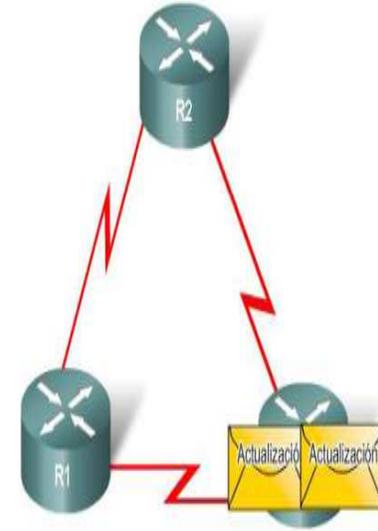
Este curso se centra en los protocolos de enrutamiento destacados.

# Función de los protocolos de enrutamiento dinámico

¿Qué son exactamente los protocolos de enrutamiento dinámico?

Los protocolos de enrutamiento se usan para facilitar el intercambio de información de enrutamiento entre los routers. Estos protocolos permiten a los routers compartir información en forma dinámica sobre redes remotas y agregar esta información automáticamente en sus propias tablas de enrutamiento. Esto se muestra en la animación.

Los routers envían las actualizaciones de manera dinámica



Haga clic en Reproducir para ver la animación.

Los protocolos de enrutamiento determinan la mejor ruta a cada red que luego se agrega a la tabla de enrutamiento. Uno de los principales beneficios de usar un protocolo de enrutamiento dinámico es que los routers intercambian información de enrutamiento cuando se produce un cambio de topología.

Este intercambio permite a los routers aprender automáticamente sobre nuevas redes y también encontrar rutas alternativas cuando se produce una falla de enlace en la red actual.



## Propósito de los protocolos de enrutamiento dinámico

Un protocolo de enrutamiento es un conjunto de procesos, algoritmos y mensajes que se usan para intercambiar información de enrutamiento y completar la tabla de enrutamiento con la selección de las mejores rutas del protocolo de enrutamiento. El propósito de un protocolo de enrutamiento incluye:

- ❖ descubrimiento de redes remotas,
- ❖ mantenimiento de información de enrutamiento actualizada,
- ❖ selección de la mejor ruta hacia las redes de destino y
- ❖ capacidad de encontrar una mejor nueva ruta si la ruta actual deja de estar disponible.

## ¿Cuáles son los componentes de un protocolo de enrutamiento?

Estructuras de datos: algunos protocolos de enrutamiento usan tablas y/o bases de datos para sus operaciones. Esta información se guarda en la RAM.

Algoritmo: un algoritmo es una lista limitada de pasos que se usan para llevar a cabo una tarea. Los protocolos de enrutamiento usan algoritmos para facilitar información de enrutamiento y para determinar la mejor ruta.

Mensajes del protocolo de enrutamiento: los protocolos de enrutamiento usan varios tipos de mensajes para descubrir routers vecinos, intercambiar información de enrutamiento y otras tareas para aprender y conservar información precisa sobre la red.



El método que usa un protocolo de enrutamiento para lograr su propósito depende del algoritmo que use y de las características operativas de ese protocolo. Las operaciones de un protocolo de enrutamiento dinámico varían según el tipo de protocolo de enrutamiento y el protocolo de enrutamiento en sí. En general, las operaciones de un protocolo de enrutamiento dinámico pueden describirse de la siguiente manera:

El router envía y recibe mensajes de enrutamiento en sus interfaces.

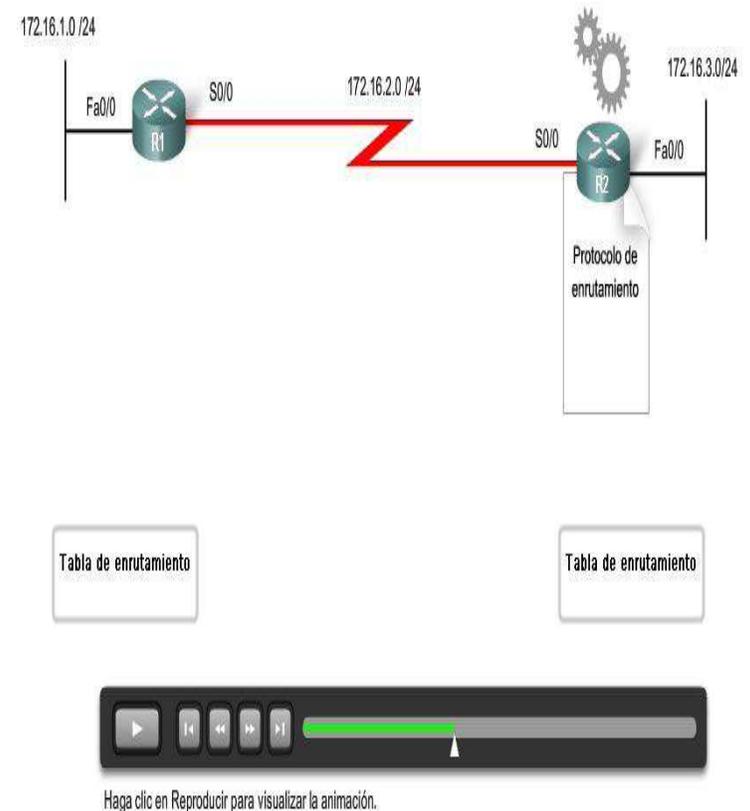
El router comparte mensajes de enrutamiento e información de enrutamiento con otros routers que están usando el mismo protocolo de enrutamiento.

Los routers intercambian información de enrutamiento para aprender sobre redes remotas.

Cuando un router detecta un cambio de topología, el protocolo de enrutamiento puede anunciar este cambio a otros routers.

## Funcionamiento del protocolo de enrutamiento

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



## Uso del enrutamiento estático

Antes de identificar los beneficios de los protocolos de enrutamiento dinámico, debemos considerar los motivos por los que usaríamos el enrutamiento estático. El enrutamiento dinámico ciertamente tiene múltiples ventajas en comparación con el enrutamiento estático. Sin embargo, el enrutamiento estático aún se usa en las redes de la actualidad. De hecho, las redes generalmente usan una combinación de enrutamiento estático y dinámico.

## Enrutamiento dinámico versus enrutamiento estático

	Enrutamiento dinámico	Enrutamiento estático
<b>Complejidad de la configuración</b>	Por lo general es independiente del tamaño de la red	Se incrementa con el tamaño de la red
<b>Conocimientos requeridos del administrador</b>	Se requiere de un conocimiento avanzado	No se requieren conocimientos adicionales
<b>Cambios de topología</b>	Se adapta automáticamente a los cambios de topología	Se requiere la intervención del administrador
<b>Escalamiento</b>	Adecuado para las topologías simples y complejas	Adecuada para topologías simples
<b>Seguridad</b>	Es menos seguro	Más segura
<b>Uso de recursos</b>	Utiliza CPU, memoria y ancho de banda de enlace	No se requieren recursos adicionales
<b>Capacidad de predicción</b>	La ruta depende de la topología actual	La ruta hacia el destino es siempre la misma

# Clasificación de los protocolos de enrutamiento dinámico

Los protocolos de enrutamiento pueden clasificarse en diferentes grupos según sus características. Los protocolos de enrutamiento que se usan con más frecuencia son:

**RIP:** un protocolo de enrutamiento interior por vector de distancia

**IGRP:** el enrutamiento interior por vector de distancia desarrollado por Cisco (en desuso desde 12.2 IOS y versiones posteriores)

**OSPF:** un protocolo de enrutamiento interior de estado de enlace

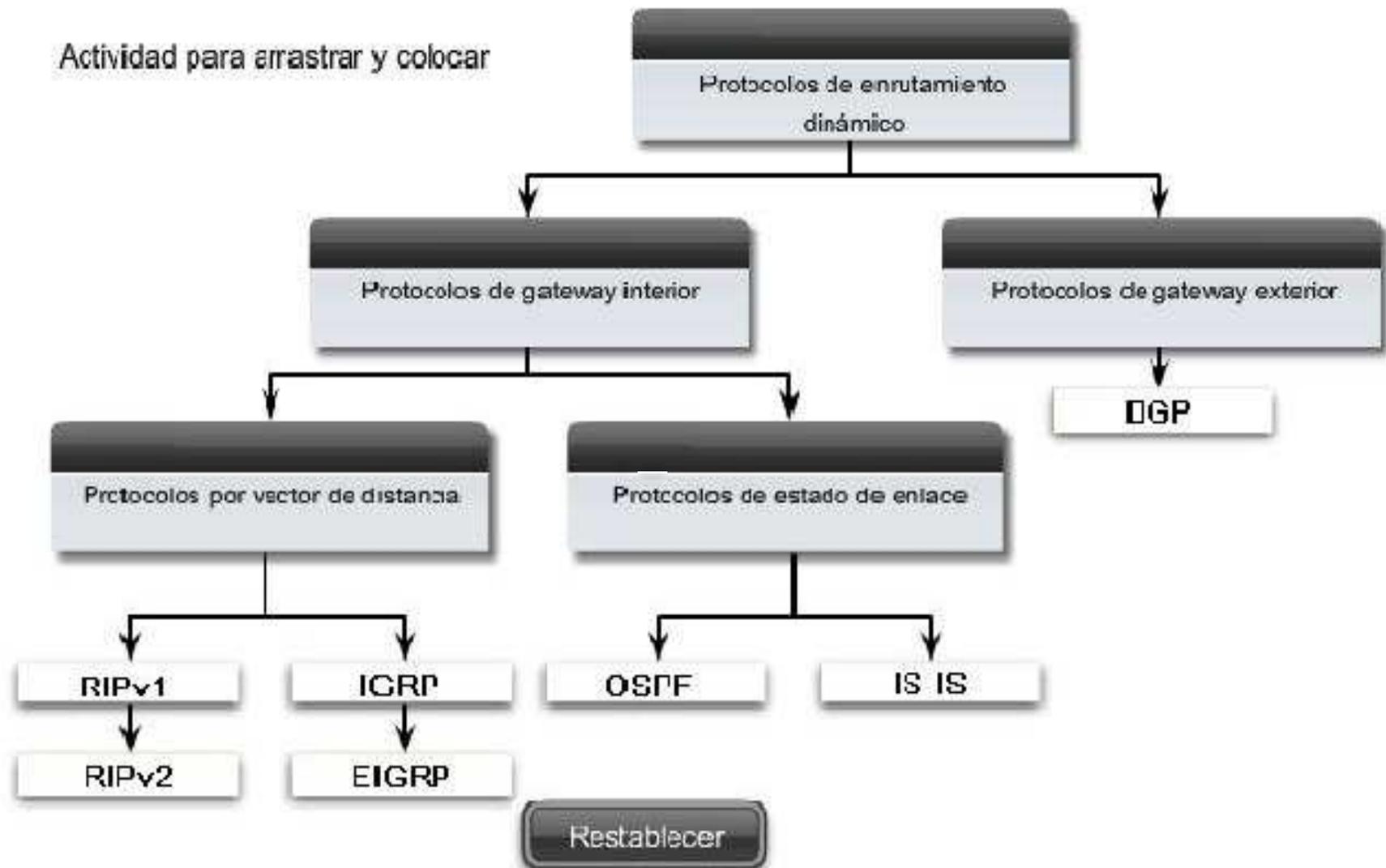
**IS-IS:** un protocolo de enrutamiento interior de estado de enlace

**EIGRP:** el protocolo avanzado de enrutamiento interior por vector de distancia desarrollado por Cisco

**BGP:** un protocolo de enrutamiento exterior de vector de ruta



Actividad para arrastrar y colocar



Arrastrar y colocar cada protocolo en la categoría correcta

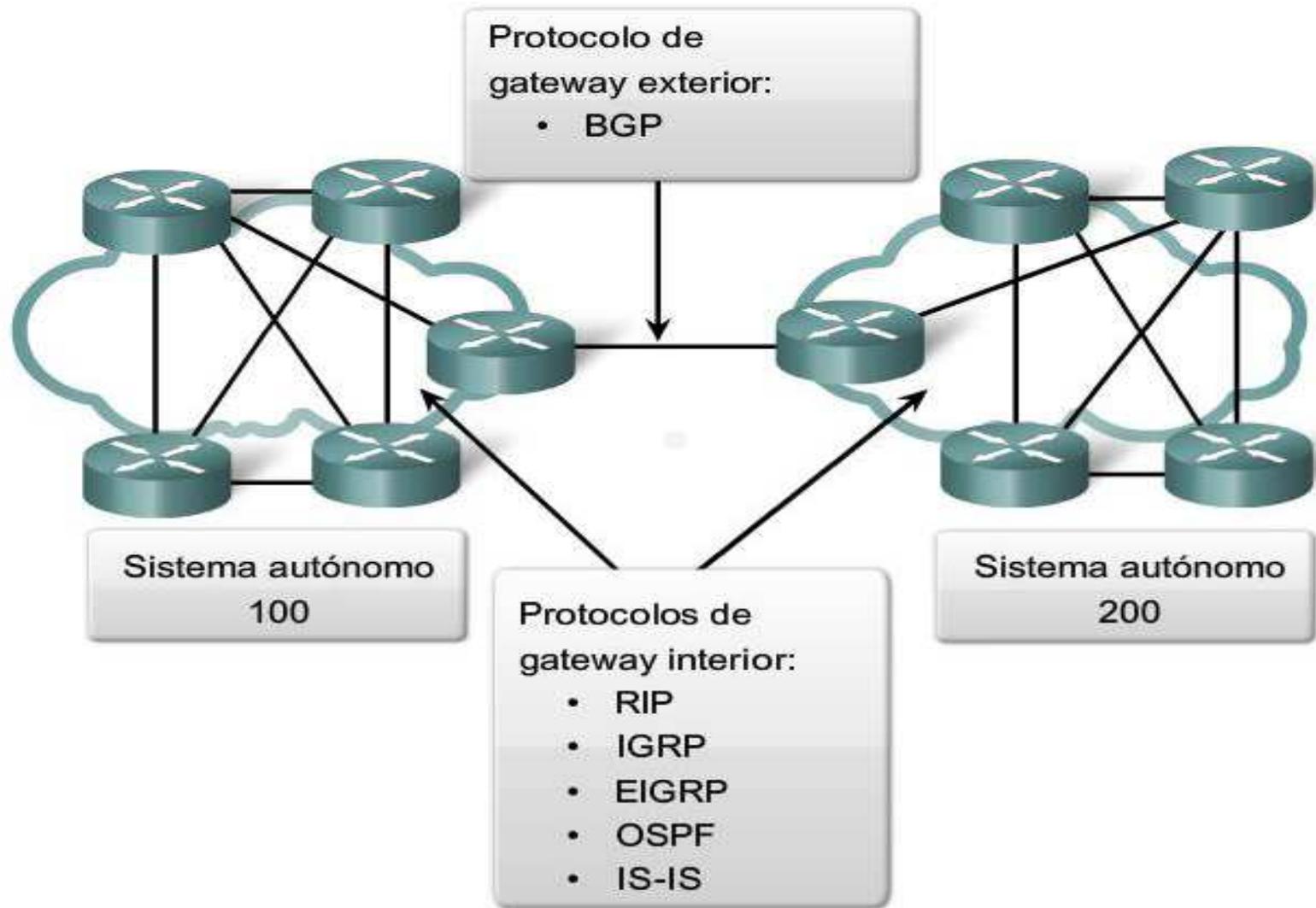
# IGP y EGP

Un sistema autónomo (AS), conocido también como dominio de enrutamiento, es un conjunto de routers que se encuentran bajo una administración en común. Algunos ejemplos típicos son la red interna de una empresa y la red de un proveedor de servicios de Internet. Debido a que Internet se basa en el concepto de sistema autónomo, se requieren dos tipos de protocolos de enrutamiento: protocolos de enrutamiento interior y exterior. Estos protocolos son:

Interior Gateway Protocols (IGP): se usan para el enrutamiento de sistemas intrautónomos (el enrutamiento dentro de un sistema autónomo)

Exterior Gateway Protocols (EGP): se usan para el enrutamiento de sistemas interautónomos (el enrutamiento entre sistemas autónomos)

## Comparación entre protocolos de enrutamiento IGP y EGP



## Características de los protocolos de enrutamiento IGP y EGP

Los IGP se usan para el enrutamiento dentro de un dominio de enrutamiento, aquellas redes bajo el control de una única organización. Un sistema autónomo está comúnmente compuesto por muchas redes individuales que pertenecen a empresas, escuelas y otras instituciones. Un IGP se usa para enrutar dentro de un sistema autónomo, y también se usa para enrutar dentro de las propias redes individuales. Por ejemplo, CENIC opera un sistema autónomo integrado por escuelas, colegios y universidades de California.

Los EGP están diseñados para su uso entre diferentes sistemas autónomos que están controlados por distintas administraciones. El BGP es el único EGP actualmente viable y es el protocolo de enrutamiento que usa Internet. El BGP es un protocolo de vector de ruta que puede usar muchos atributos diferentes para medir las rutas.

## Vector de distancia y estado de enlace

Los protocolos de gateway interiores (IGP) pueden clasificarse en dos tipos:

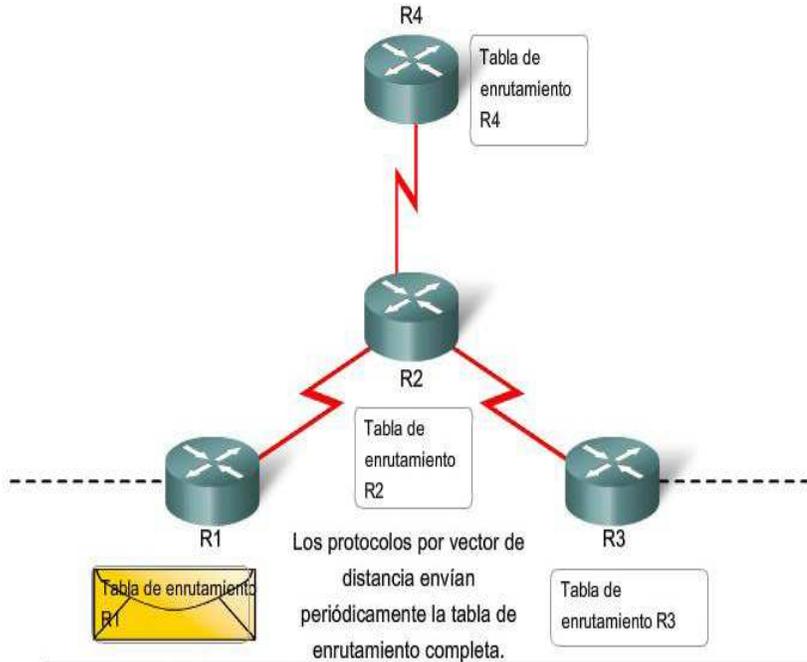
- Protocolos de enrutamiento por vector de distancia
- Protocolos de enrutamiento de estado de enlace

## Operación del protocolo de enrutamiento por vector de distancia

El vector de distancia significa que las rutas son publicadas como vectores de distancia y dirección. La distancia se define en términos de una métrica como el conteo de saltos y la dirección es simplemente el router del siguiente salto o la interfaz de salida. Los protocolos por vector de distancia generalmente usan el algoritmo Bellman-Ford para la determinación de la mejor ruta.

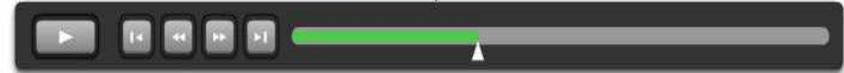
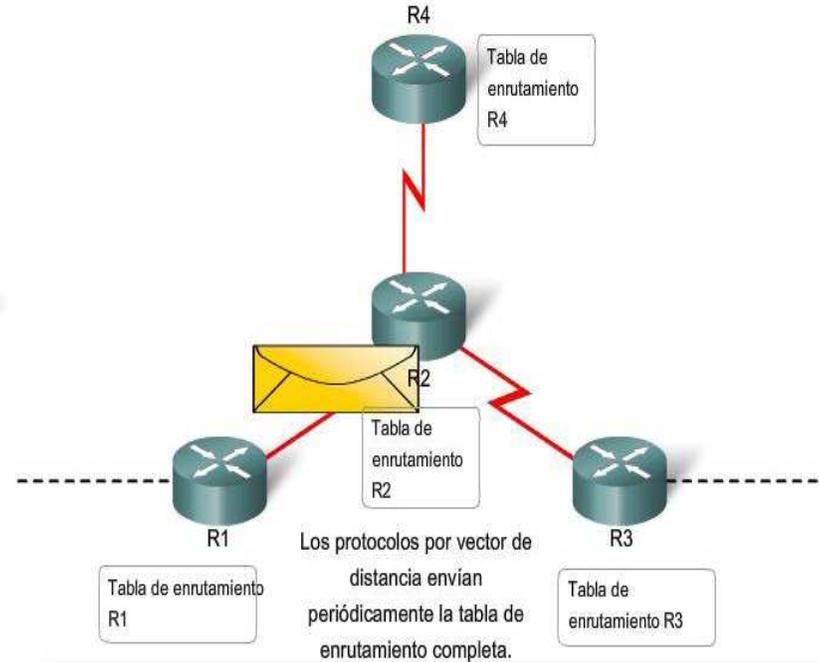
Algunos protocolos por vector de distancia envían en forma periódica tablas de enrutamiento completas a todos los vecinos conectados. En las redes extensas, estas actualizaciones de enrutamiento pueden llegar a ser enormes y provocar un tráfico importante en los enlaces.

### Funcionamiento del protocolo por vector de distancia



Haga clic en Reproducir para ver la animación.

### Funcionamiento del protocolo por vector de distancia



Haga clic en Reproducir para ver la animación.

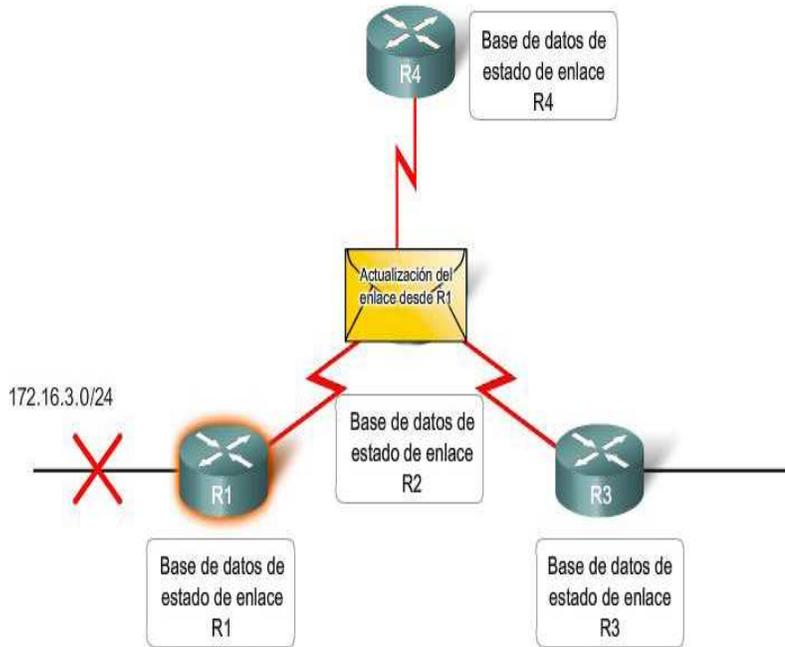
## Operación del protocolo de estado de enlace

A diferencia de la operación del protocolo de enrutamiento por vector de distancia, un router configurado con un protocolo de enrutamiento de estado de enlace puede crear una "vista completa" o topología de la red al reunir información proveniente de todos los demás routers. Para continuar con nuestra analogía de letreros, el uso de un protocolo de enrutamiento de estado de enlace es como tener un mapa completo de la topología de la red. Los letreros a lo largo de la ruta desde el origen al destino no son necesarios, porque todos los routers de estado de enlace usan un "mapa" idéntico de la red. Un router de estado de enlace usa la información de estado de enlace para crear un mapa de la topología y seleccionar la mejor ruta hacia todas las redes de destino en la topología.

Ver Fig.

Con algunos protocolos de enrutamiento por vector de distancia, los routers envían actualizaciones periódicas de su información de enrutamiento a sus vecinos. Los protocolos de enrutamiento de estado de enlace no usan actualizaciones periódicas.

### Funcionamiento del protocolo de estado de enlace

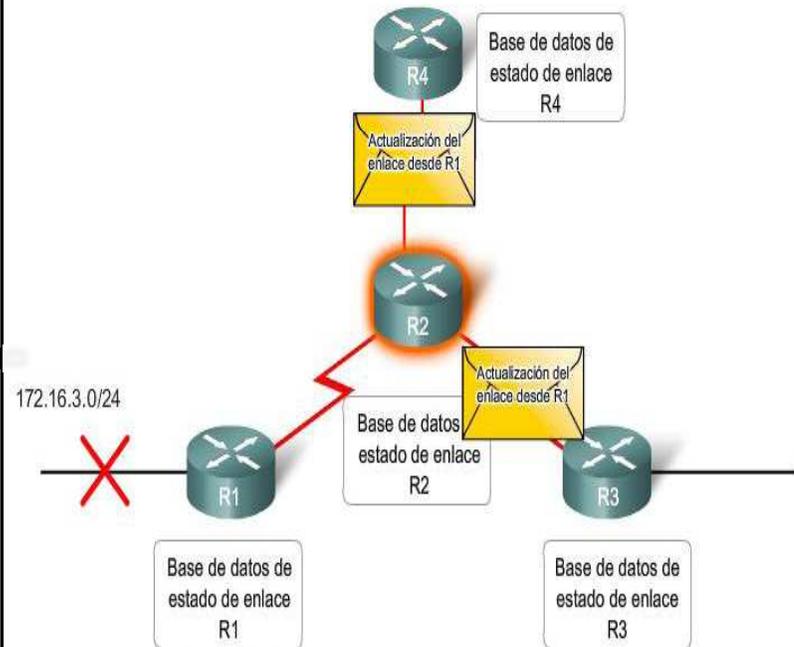


Los protocolos de estado de enlace envían actualizaciones cuando cambia el estado de un enlace.



Haga clic en Reproducir para ver la animación.

### Funcionamiento del protocolo de estado de enlace



Los protocolos de estado de enlace envían actualizaciones cuando cambia el estado de un enlace.



Haga clic en Reproducir para ver la animación.

# Protocolos de enrutamiento con clase

Los protocolos de enrutamiento con clase no envían información de la máscara de subred en las actualizaciones de enrutamiento. Los primeros protocolos de enrutamiento tales como el RIP, fueron con clase. En aquel momento, las direcciones de red se asignaban en función de las clases; clase A, B o C. No era necesario que un protocolo de enrutamiento incluyera una máscara de subred en la actualización de enrutamiento porque la máscara de red podía determinarse en función del primer octeto de la dirección de red.

Los protocolos de enrutamiento con clase aún pueden usarse en algunas de las redes actuales, pero dado que no incluyen la máscara de subred, no pueden usarse en todas las situaciones.

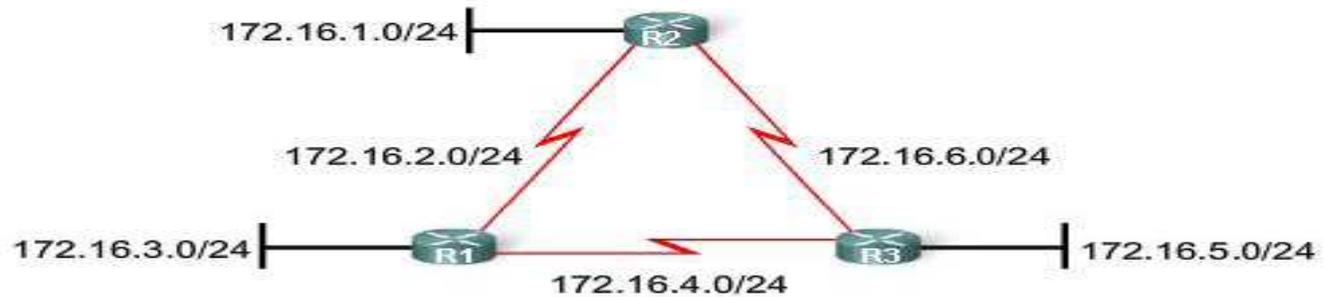
## Protocolos de enrutamiento sin clase

Los protocolos de enrutamiento sin clase incluyen la máscara de subred con la dirección de red en las actualizaciones de enrutamiento. Las redes de la actualidad ya no se asignan en función de las clases y la máscara de subred no puede determinarse según el valor del primer octeto.

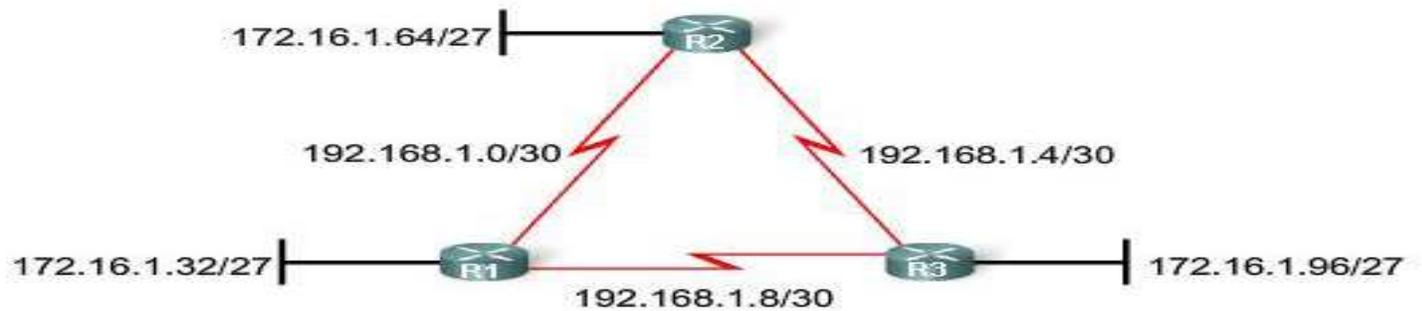
La mayoría de las redes de la actualidad requieren protocolos de enrutamiento sin clase porque admiten VLSM, redes no contiguas y otras funciones que se analizarán en capítulos posteriores.



### 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

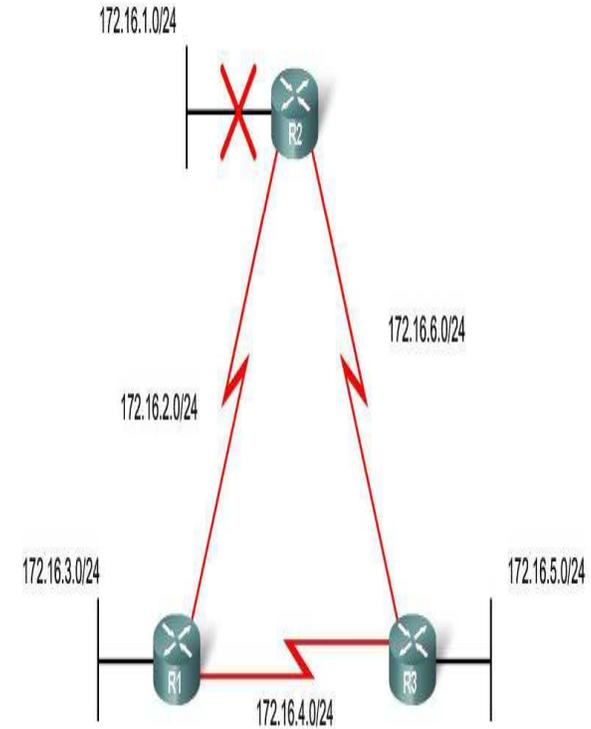
## ¿Qué es la convergencia?

La convergencia ocurre cuando todas las tablas de enrutamiento de los routers se encuentran en un estado de uniformidad. La red ha convergido cuando todos los routers tienen información completa y precisa sobre la red. El tiempo de convergencia es el tiempo que los routers tardan en compartir información, calcular las mejores rutas y actualizar sus tablas de enrutamiento. Una red no es completamente operativa hasta que la red haya convergido; por lo tanto, la mayoría de las redes requieren tiempos de convergencia cortos.

La convergencia es cooperativa e independiente. Los routers comparten información entre sí pero deben calcular en forma independiente los impactos del cambio de topología en sus propias rutas. Dado que establecen un acuerdo con la nueva topología en forma independiente, se dice que convergen sobre este consenso.

Las propiedades de convergencia incluyen la velocidad de propagación de la información de enrutamiento y el cálculo de rutas óptimas. Los protocolos de enrutamiento pueden clasificarse en base a la velocidad de convergencia; cuanto más rápida sea la convergencia, mejor será el protocolo de enrutamiento. Por lo general, RIP e IGRP tienen convergencia lenta, mientras que EIGRP y OSPF tienen una convergencia más rápida.

Comparación de convergencia



Convergencia más lenta: RIP y IGRP

Convergencia más rápida: EIGRP y OSPF

### **3.3.1 Propósito de una métrica**

Para seleccionar la mejor ruta, el protocolo de enrutamiento debe poder evaluar y diferenciar entre las rutas disponibles. Para tal fin, se usa una métrica.

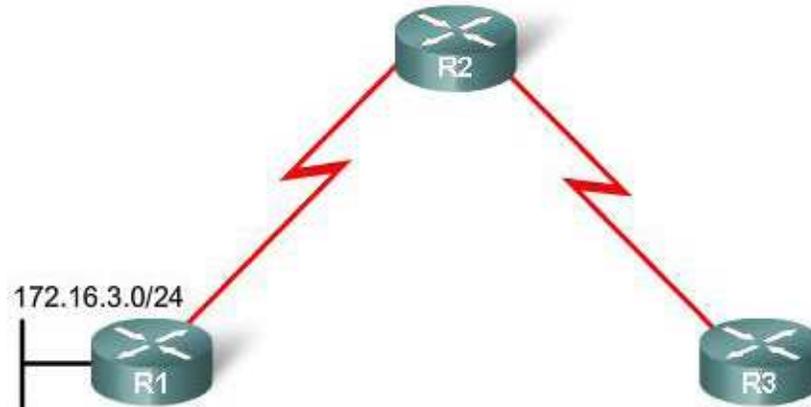


# ¿Que es una métrica?

- Una métrica es un valor utilizado por los protocolos de enrutamiento para asignar costos a fin de alcanzar las redes remotas. La métrica se utiliza para determinar qué ruta es más preferible cuando existen múltiples rutas hacia la misma red remota.

## Métrica

Red	Salto
172.16.3.0	1



Red	Salto
172.16.3.0	0

Red	Salto
172.16.3.0	2

## 3.3.2 Métricas y protocolos de enrutamiento

Parámetros de las métricas:

- Diferentes protocolos de enrutamiento usan diferentes métricas.
- La métrica utilizada por un protocolo de enrutamiento no es comparable con la métrica utilizada por otro protocolo de enrutamiento.
- Dos protocolos de enrutamiento diferentes pueden elegir diferentes rutas hacia el mismo destino debido al uso de diferentes métricas.

\*Ver animación

# Las métricas utilizadas en los protocolos de enrutamiento IP incluyen:

- ✚ Conteo de saltos: una métrica simple que cuenta la cantidad de routers que un paquete tiene que atravesar.
- ✚ Ancho de banda: selección de rutas al preferir la ruta con el ancho de banda más alto.
- ✚ Carga: considera la utilización de tráfico de un enlace determinado.
- ✚ Retardo: considera el tiempo que tarda un paquete.
- ✚ Confiabilidad: evalúa la probabilidad de una falla de enlace calculada a partir del conteo de errores de la interfaz o las fallas de enlace previas.
- ✚ Costo: un valor determinado ya sea por el IOS o por el administrador de red para indicar la preferencia hacia una ruta.

# La métrica para cada protocolo de enrutamiento es:

- ➡ **RIP:** conteo de saltos.
- ➡ **IGRP e EIGRP:** ancho de banda, retardo, confiabilidad y carga. Por defecto, sólo se usan el ancho de banda y el retardo.
- ➡ **ISIS y OSPF:** costo, la mejor ruta se elige según la ruta con el costo más bajo.

**NOTA:** Los protocolos de enrutamiento determinan la mejor ruta en base a la ruta con la métrica más baja.



```
R2#show ip route
```

```
<output omitted>
```

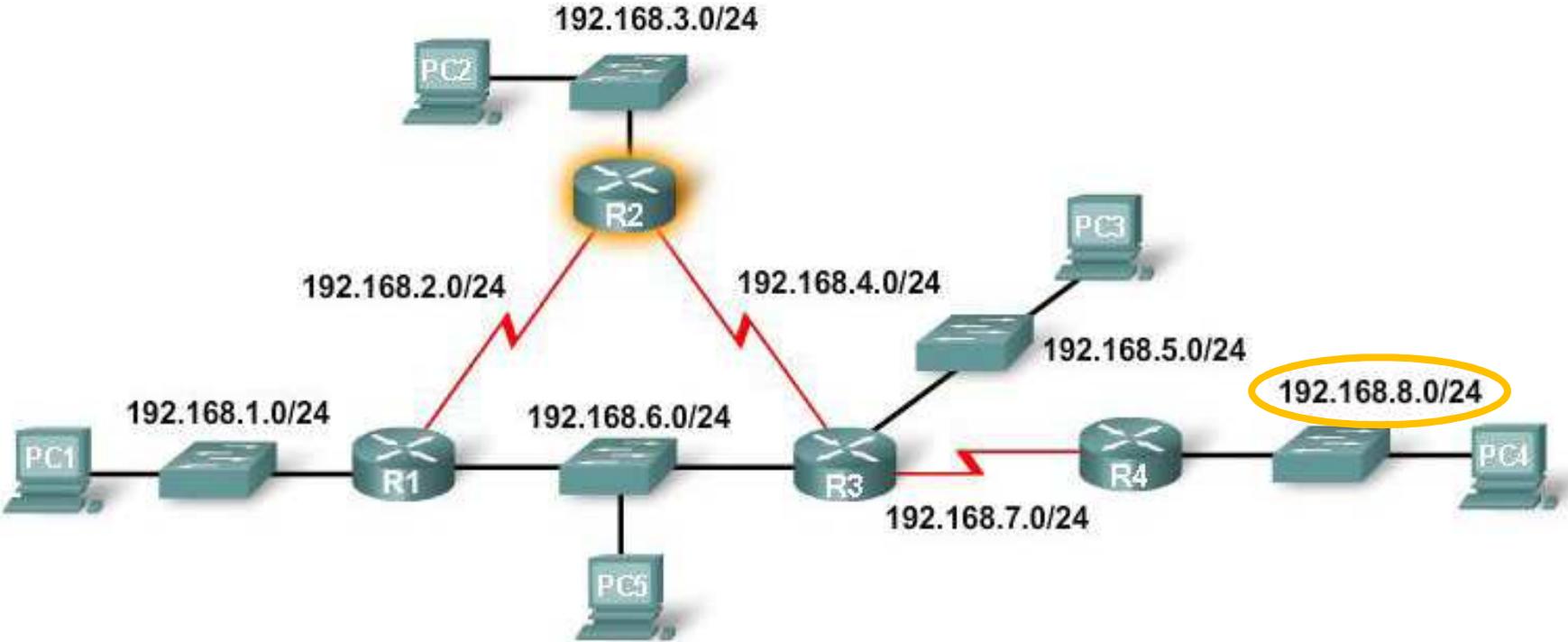
```
Gateway of last resort is not set
```

```
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

**R 192.168.8.0/24 [120/2] mediante 192.168.4.1, 00:00:26, Serial0/0/1**

En la siguiente figura, R2 tiene una ruta hacia la red 192.168.8.0/24 que se encuentra a 2 saltos de distancia.



### 3.3.3 Balanceo de carga

- ¿Qué sucede cuando dos o más rutas hacia el mismo destino tienen valores de métrica idénticos?
  - ¿Cómo decidirá el router qué ruta usar para el envío de paquetes?
- ➡ Los paquetes se envían utilizando todas las 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
```

\*Ver animación

## 3.4 Distancias administrativas

- **3.4.1 Propósito de la distancia administrativa**

Múltiples orígenes de enrutamiento

Aunque es menos común, puede implementarse más de un protocolo de enrutamiento dinámico en la misma red.

A cada origen de enrutamiento, entre ellos protocolos de enrutamiento específicos, rutas estáticas e incluso redes conectadas directamente, se le asigna un orden de preferencia de la más preferible a la menos preferible utilizando el valor de distancia administrativa.

## 3.4.2 Protocolos de enrutamiento dinámico

Resultado  
del router



Distancias administrativas predeterminadas

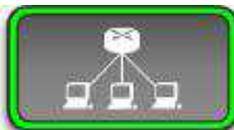
Origen de la ruta	Distancia administrativa
Conectado	0
Estática	1
Ruta sumariada EIGRP	5
BGP externo	20
EIGRP interno	90
IGRP	100
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
EIGRP externo	170
BGP interno	200

show ip route

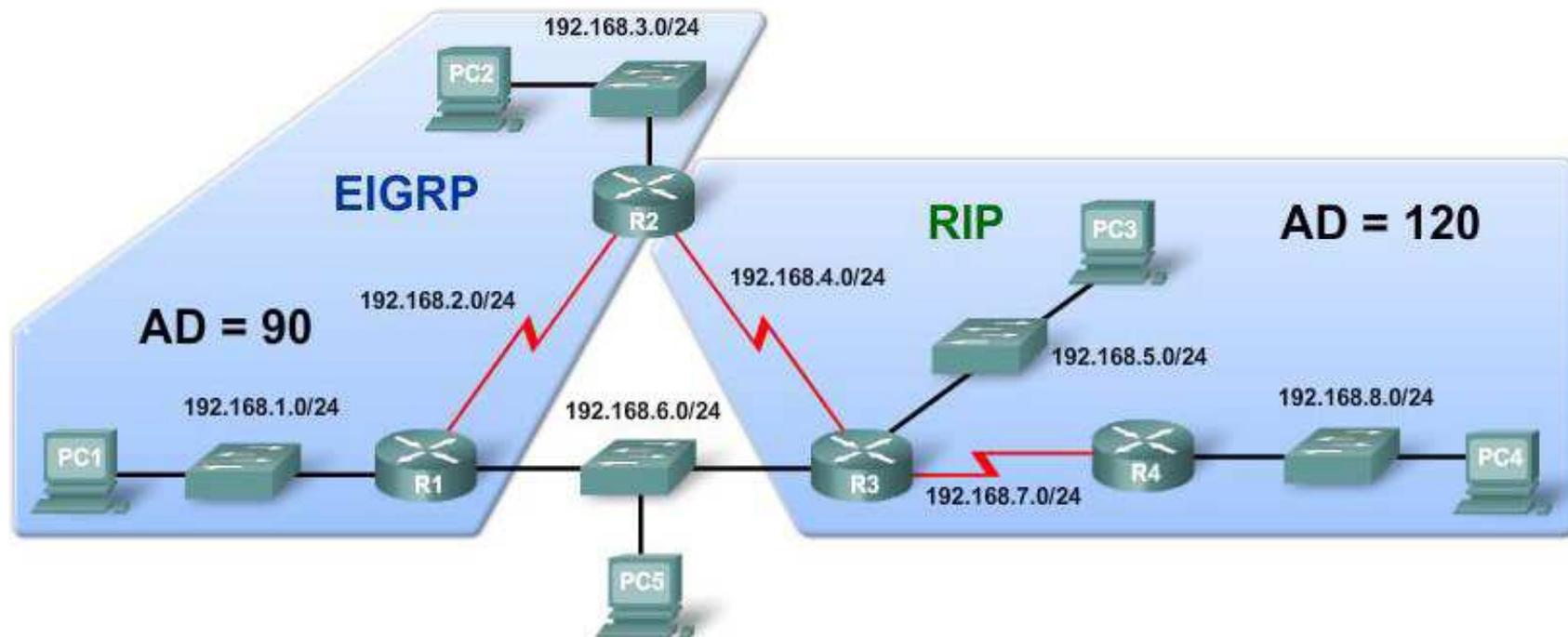
show ip protocols

Tabla AD

Resultado  
del router



Distancias administrativas predeterminadas



R1 y R3 no "hablan" el mismo protocolo de enrutamiento.

show ip route

show ip protocols

Tabla AD

### 3.4.3 Rutas estáticas.

Las rutas estáticas son ingresadas por un administrador que desea configurar en forma manual la mejor ruta hacia el destino.

Existen situaciones en las que un administrador configurará una ruta estática al mismo destino que se aprendió utilizando un protocolo de enrutamiento dinámico pero utilizando una ruta diferente.



- Cuando se configura una ruta estática con una interfaz de salida, el resultado muestra a la red como conectada directamente a través de esa interfaz.

```
R2#show ip route
```

```
<output omitted>
```

```
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
```



## 3.4.4 Redes conectadas directamente

El resultado del comando show ip route muestra las redes conectadas directamente sin información sobre el valor de AD.

Resultado  
del router



Redes conectadas directamente y distancia administrativa

```
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 [I/0] via 192.168.1.1
```

show ip route

show ip route 172.16.1.0



# GRACIAS POR SU ATENCIÓN



COPYRIGHT DERECHOS RESERVADOS