

# PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO

## CAPITULO II

### **INTRODUCCION**

El enrutamiento no es otra cosa que instrucciones para ir de una red a otra. Estas instrucciones, también conocidas como rutas, pueden ser dadas a un router por otro de forma dinámica, o pueden ser asignadas al router por el administrador de forma estática.

Este módulo introduce el concepto de protocolos de enrutamiento dinámico, describe sus distintas clases y brinda ejemplos de protocolos de cada clase.

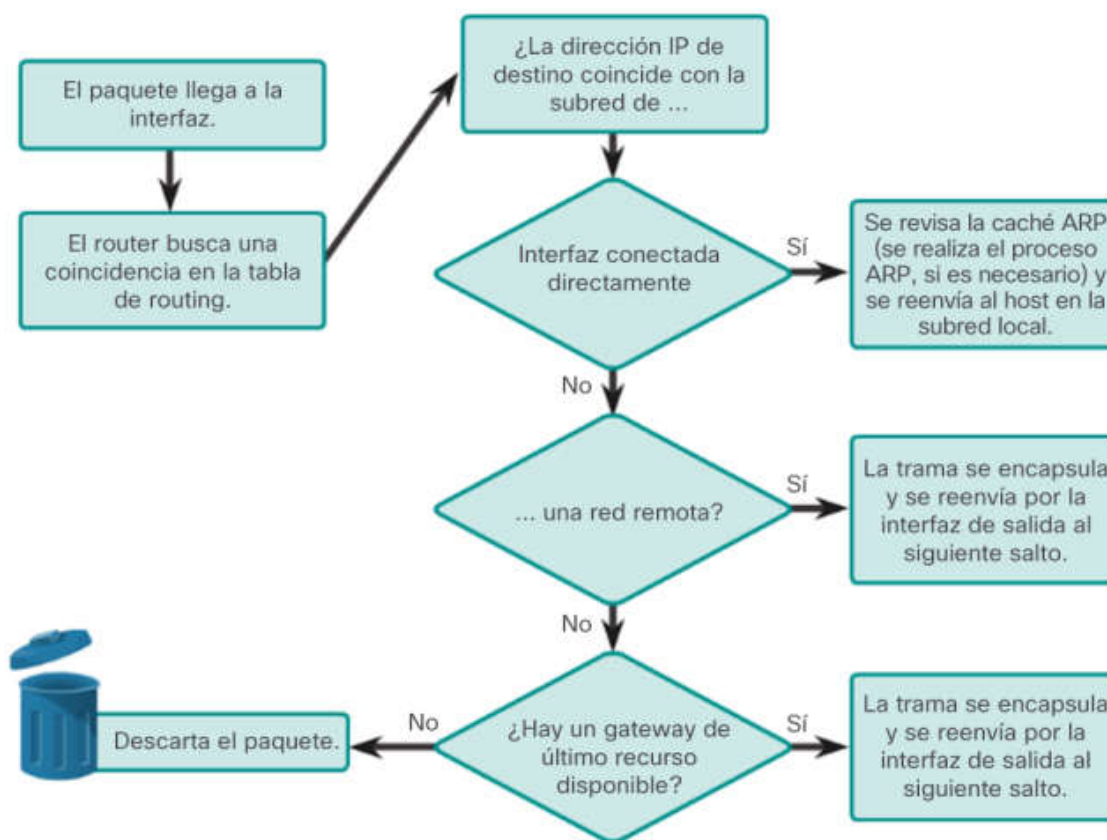
Un administrador de redes toma en cuenta muchos aspectos al seleccionar un protocolo de enrutamiento dinámico. El tamaño de la red, el ancho de banda de los enlaces disponibles, la capacidad de procesamiento de los routers, las marcas y modelos de los routers de la red y los protocolos que ya se encuentran en uso en la red son todos factores a considerar a la hora de elegir un protocolo de enrutamiento. Este módulo proporcionará más detalles acerca de las diferencias entre los protocolos de enrutamiento, los cuales serán útiles a los administradores de redes para hacer su elección.

## ENRUTAMIENTO

El enrutamiento es el proceso usado por el router para enviar paquetes a la red de destino. Un router toma decisiones en función de la dirección de IP de destino de los paquetes de datos. Todos los dispositivos intermedios usan la dirección de IP de destino para guiar el paquete hacia la dirección correcta, de modo que llegue finalmente a su destino. A fin de tomar decisiones correctas, los routers deben aprender la ruta hacia las redes remotas. Cuando los routers usan enrutamiento dinámico, esta información se obtiene de otros routers. Cuando se usa enrutamiento estático, el administrador de la red configura manualmente la información acerca de las redes remotas.

Debido a que las rutas estáticas deben configurarse manualmente, cualquier cambio en la topología de la red requiere que el administrador agregue o elimine las rutas estáticas afectadas por dichos cambios. En una red de gran tamaño, el mantenimiento manual de las tablas de enrutamiento puede requerir de una enorme cantidad de tiempo de administración. En redes pequeñas, con pocos cambios, las rutas estáticas requieren muy poco mantenimiento. Debido a los requisitos de administración adicionales, el enrutamiento estático no tiene la escalabilidad o capacidad de adaptarse al crecimiento del enrutamiento dinámico. Aun en redes de gran tamaño, a menudo se configuran rutas estáticas, cuyo objetivo es satisfacer requerimientos específicos, junto con un protocolo de enrutamiento dinámico.

### Proceso de decisión de reenvío de paquetes



## SELECCIÓN DE LA MEJOR RUTA

- Un protocolo de routing elige la mejor ruta en función del valor o la métrica que usa para determinar la distancia para llegar a una red:
  - Una métrica es un valor que se utiliza para medir la distancia que existe hasta una red determinada.
  - La mejor ruta a una red es la ruta con la métrica más baja.
- Los protocolos de routing dinámico utilizan sus propias reglas y métricas para armar y actualizar tablas de routing:
  - Protocolo de información de routing (RIP): recuento de saltos.
  - Abrir primero la ruta más corta (OSPF): costo según el ancho de banda acumulativo de origen a destino.
  - Protocolo mejorado de routing de gateway interior (EIGRP): ancho de banda, demora, carga, confiabilidad.
- Cuando un router tiene dos o más rutas hacia un destino con métricas del mismo costo, el router reenvía los paquetes usando ambas rutas por igual:
  - El equilibrio de carga por mismo costo puede mejorar el rendimiento de la red.
  - El equilibrio de carga por mismo costo puede configurarse para usar tanto protocolos de routing dinámico como rutas estáticas.

## DISTANCIA ADMINISTRATIVA

- Si se configuran varias rutas a un destino en un router, la ruta que se instala en la tabla de routing es la que tiene la menor distancia administrativa (AD):
  - Una ruta estática con una AD de 1 es más confiable que una ruta detectada mediante EIGRP con una AD de 90.
  - Una ruta conectada directamente con una AD de 0 es más confiable que una ruta estática con una AD de 1.

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

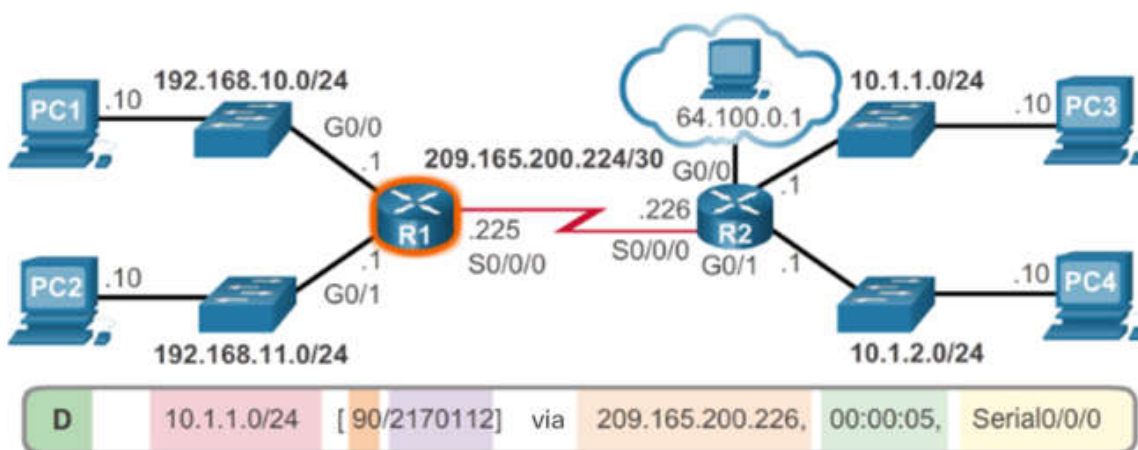
## TABLA DE ENRUTAMIENTO

- La tabla de routing es un archivo almacenado en la RAM que contiene información acerca de lo siguiente:
  - Rutas conectadas directamente
  - Rutas remotas

El comando **show ip route** se utiliza para mostrar el contenido de la tabla de routing:

- Interfaces de routing locales: se agregan a la tabla de routing cuando se configura una interfaz. (Pueden verse en IOS 15 o versiones más recientes para rutas IPv4, y en todas las versiones de IOS para rutas IPv6.)
- Interfaces conectadas directamente: se agregan a la tabla de routing cuando se configura una interfaz y está activa.
- Rutas estáticas: se agregan cuando una ruta se configura manualmente y la interfaz de salida está activa.
- Protocolo de routing dinámico: se agrega cuando se implementa EIGRP u OSPF y se identifican las redes.

## INTERPRETACION DE LAS ENTRADAS DE LA TABLA DE ENRUTAMIENTO



### Leyenda

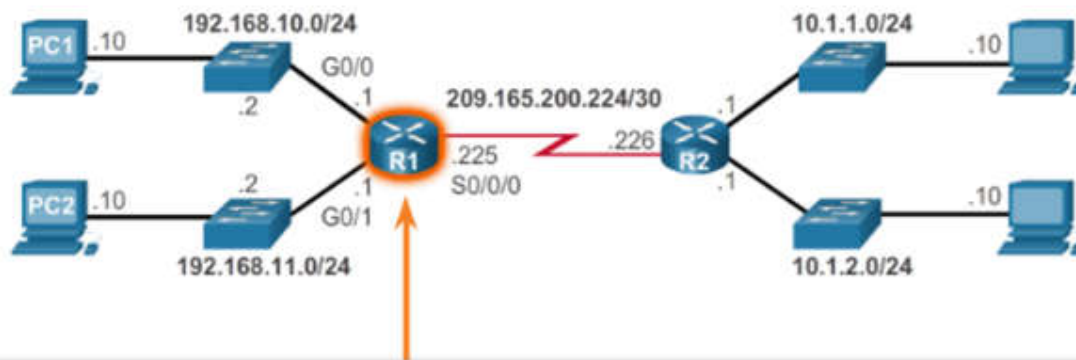
- Identifica de qué manera el router detectó la red.
- Identifica la red de destino.
- Identifica la distancia administrativa (confiabilidad) del origen de la ruta.
- Identifica la métrica para llegar a la red remota.
- Identifica la dirección IP del siguiente salto para llegar a la red remota.
- Identifica el tiempo transcurrido desde que se detectó la red.
- Identifica la interfaz de salida en el router para llegar a la red de destino.

## REDES DIRECTAMENTE CONECTADAS

El router indicará en la tabla de enrutamiento como directamente conectadas las redes que se configuran y se conectan a sus interfaces, es decir, en el ejemplo siguiente, el router 1 conocerá como directamente conectada y dirigirá los paquetes a las redes **192.168.10.0**, **192.168.11.0** y **209.165.200.224**.

Las demás redes que están conectadas en otro router que no sea el router 1, el administrador de la red tiene que buscar la manera de que este aprenda como llegar hasta ella, de lo contrario el router 1 no podrá enrutar paquetes más allá de las redes que están directamente conectadas a él.

### Verificación de las entradas de la tabla de routing conectada directamente



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

```
192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L    192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
192.168.11.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.11.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L    192.168.11.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
209.165.200.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    209.165.200.224/30 is directly connected, Serial0/0/0
L    209.165.200.225/32 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
R1#
```

## RUTAS ESTATICAS

Las operaciones con rutas estáticas pueden dividirse en tres partes, como sigue:

- El administrador de red configura la ruta.
- El router instala la ruta en la tabla de enrutamiento.
- Los paquetes se enrutan de acuerdo a la ruta estática.

Como las rutas estáticas se configuran manualmente, el administrador debe configurarla en el router, mediante el comando `ip route`.

Ejemplo, el administrador del router Hoboken necesita configurar las rutas estáticas cuyo destino son las redes 172.16.1.0/24 y 172.16.5.0/24. El administrador puede ejecutar uno de dos comandos posibles para lograr su objetivo. Especificar la interfaz de salida o especificar la dirección IP del siguiente salto (hop) del router adyacente. Cualquiera de los comandos instalará una ruta estática en la tabla de enrutamiento del router Hoboken.

La distancia administrativa es un parámetro opcional que da una medida del nivel de confiabilidad de la ruta. Un valor menor de distancia administrativa indica una ruta más confiable. Por lo tanto, es preferible instalar rutas de distancia administrativa menor antes que una ruta idéntica de distancia administrativa mayor. La distancia administrativa por defecto cuando se usa una ruta estática es 1. En la tabla de enrutamiento se observará la ruta estática indicando la interface de salida, como si hubiera conexión directa. Esto a veces confunde, ya que la redes directamente conectadas tienen distancia 0. Para verificar la distancia administrativa de una ruta en particular use el comando `show ip route address`, donde la dirección ip de dicha ruta se inserta en la opción `address`. Si se desea una distancia administrativa diferente a la distancia por defecto, se introduce un valor entre 0 y 255 después de la interfaz de salida o el siguiente salto, como se muestra a continuación:

```
waycross(config)#ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 172.16.4.1 130
```

Si el router no puede llegar a la interfaz de salida que se indica en la ruta, ésta no se instalará en la tabla de enrutamiento. Esto significa que si la interfaz está desactivada, la tabla de enrutamiento no incluirá la ruta.

A veces, las rutas estáticas se utilizan como rutas de respaldo. Es posible configurar una ruta estática en un router, la cual sólo se usará en caso de fallas en la ruta dinámicamente conocida. Para utilizar una ruta estática de esta forma, simplemente fije la distancia administrativa en un valor superior a la proporcionada por el protocolo de enrutamiento dinámico en uso.

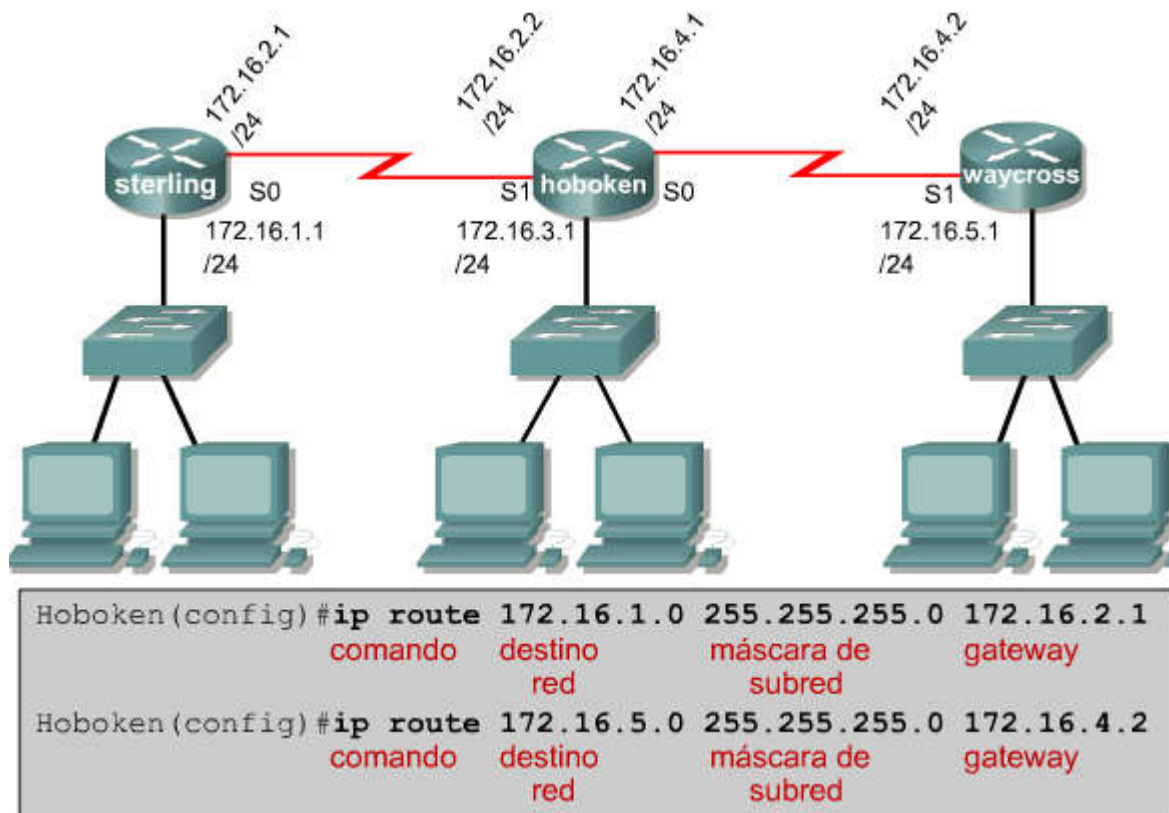
Siga estos pasos para configurar rutas estáticas:

1. Defina todas las redes de destino deseadas, sus máscaras de subred y sus gateways. Las direcciones pueden ser una interfaz local o la dirección del siguiente salto que conduce al destino deseado.
2. Ingrese al modo de configuración global.
3. Ejecute el comando `ip route` con una dirección de destino y máscara de subred, seguidos del gateway correspondiente del Paso 1. La inclusión de una distancia administrativa es opcional.
4. Repita el Paso 3 para todas las redes de destino definidas en el Paso 1.
5. Salga del modo de configuración global.
6. Guarde la configuración activa en la NVRAM mediante el comando `copy running-config startup-config`.

Hoboken debe configurarse de manera tal que pueda llegar a la red 172.16.1.0 y a la red 172.16.5.0. Ambas tienen una máscara de subred de 255.255.255.0. Los paquetes cuyo destino es la red 172.16.1.0 deben ser enrutados hacia Sterling y los paquetes que cuyo destino es la red 172.16.5.0 deben ser enrutados hacia Waycross. Esto se puede llevar a cabo mediante rutas estáticas.

Como primer paso, se configura ambas rutas estáticas para utilizar una interfaz local como gateway hacia las redes de destino. Como no se especificaron distancias administrativas, estas tomarán el valor por defecto de 1 en la tabla de enrutamiento.

Esas mismas rutas estáticas también se pueden configurar utilizando como gateway la dirección del siguiente salto. La primera ruta hacia la red 172.16.1.0 tendría como gateway 172.16.2.1. La segunda ruta hacia la red 172.16.5.0 tendría como gateway 172.16.4.2. Como no se especificaron distancias administrativas, toman el valor por defecto de 1.



## RUTAS POR DEFECTO

Las rutas por defecto se usan para enviar paquetes a destinos que no coinciden con los de ninguna de las otras rutas en la tabla de enrutamiento. Generalmente, los routers están configurados con una ruta por defecto para el tráfico que se dirige a la Internet, ya que a menudo resulta poco práctico e innecesario mantener rutas hacia todas las redes de la Internet. En realidad, una ruta por defecto es una ruta estática especial que utiliza este formato:  
 ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 [ dirección-del-siguiente-salto | interfaz de salida]



La máscara 0.0.0.0, cuando se ejecuta el AND lógico hacia la dirección de IP de destino del paquete, siempre obtiene la red 0.0.0.0. Si el paquete no coincide con una ruta más específica en la tabla de enrutamiento, será enviado hacia la red 0.0.0.0.

Siga estos pasos para configurar rutas por defecto.

1. Ingrese al modo de configuración global.
2. Ejecute el comando `ip route` con 0.0.0.0 como la dirección de red de destino y 0.0.0.0 como máscara de subred. La opción `address` para la ruta por defecto puede ser la interfaz del router local que está conectado a las redes externas, o puede ser la dirección IP del router del siguiente salto. En la mayoría de los casos, es preferible especificar la dirección IP del router del siguiente salto.
3. Salga del modo de configuración global.
4. Guarde la configuración activa en la NVRAM mediante el comando `copy running-config startup-config`.

Waycross tiene sólo una conexión con todas las redes conectadas indirectamente. Lo hace mediante la interfaz Serial 1. Una ruta por defecto tanto en Sterling como en Waycross proporcionará el enrutamiento para todos los paquetes cuyo destino sea las redes conectadas indirectamente.

Una vez configuradas las rutas estáticas o por defecto, es fundamental verificar que se muestren en la tabla de enrutamiento, y que el enrutamiento funcione tal como está previsto. El comando `show running-config` se utiliza para mostrar la configuración activa en la RAM, a fin de verificar que se haya ingresado correctamente la ruta estática. El comando `show ip route` se utiliza para comprobar que la ruta estática se encuentre en la tabla de enrutamiento.

Siga estos pasos para verificar la configuración de las rutas estáticas.

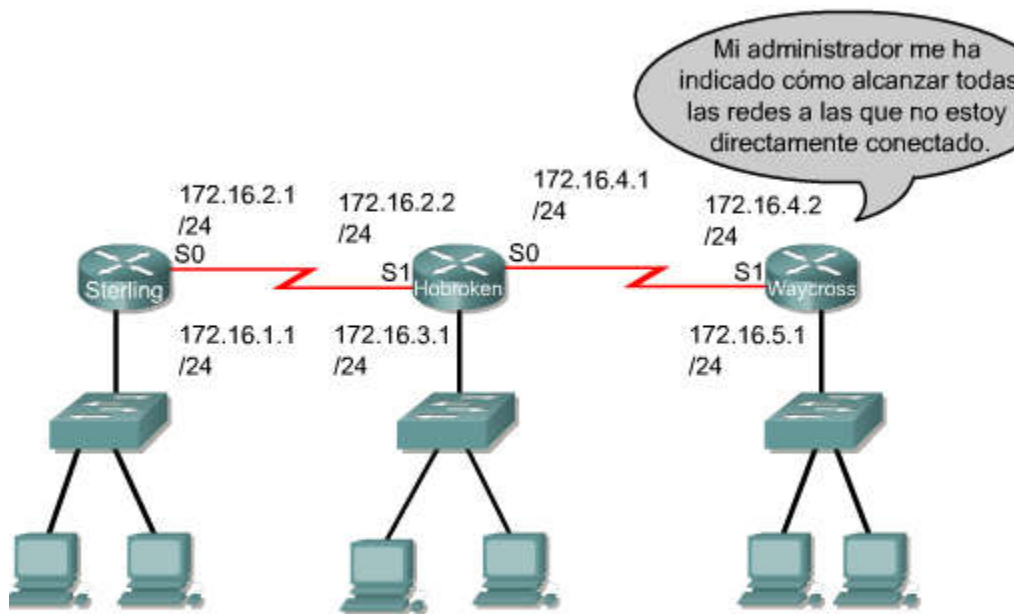
- En modo privilegiado, introduzca el comando `show running-config` para mostrar la configuración activa.
- Verifique que la ruta estática se haya ingresado correctamente. Si la ruta fuese incorrecta, será necesario volver al modo de configuración global para eliminar la ruta estática incorrecta e ingresar la ruta correcta.
- Ejecute el comando `show ip route`.
- Verifique que la ruta configurada se encuentre en la tabla de enrutamiento.

Si los nodos locales de la red Sterling (172.16.1.0) no pueden llegar a los nodos locales de la red Waycross (172.16.5.0).

Desde el modo EXEC privilegiado en el router Sterling, ejecute un ping hacia el nodo de la red 172.16.5.0. El ping falla. Ahora, ejecute un `traceroute` desde Sterling a la dirección que se utilizó en el comando ping. Vea en qué punto falla el `traceroute`. El `traceroute` indica que el paquete regresó desde Hoboken pero no desde Waycross.

Esto implica que el problema está en el router Hoboken o en el Waycross. Haga `telnet` en el router Hoboken Intente nuevamente realizar un ping hacia el nodo de la red 172.16.5.0 conectado al router de Waycross. Este ping debería tener éxito ya que Hoboken está conectado directamente a Waycross.





```
Waycross(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 S1
```

## PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO Y ENRUTADO

Los protocolos de enrutamiento son diferentes a los protocolos enrutados tanto en su función como en su tarea.

Un protocolo de enrutamiento es el esquema de comunicación entre routers. Un protocolo de enrutamiento permite que un router comparta información con otros routers, acerca de las redes que conoce así como de su proximidad a otros routers. La información que un router obtiene de otro, mediante el protocolo de enrutamiento, es usada para crear y mantener las tablas de enrutamiento.

Ejemplos de protocolos de enrutamiento:

- Protocolo de información de enrutamiento (RIP)
- Protocolo de enrutamiento de gateway interior (IGRP)
- Protocolo de enrutamiento de gateway interior mejorado (EIGRP)
- Protocolo "Primero la ruta más corta" (OSPF)

Un protocolo enrutado se usa para dirigir el tráfico generado por los usuarios. Un protocolo enrutado proporciona información suficiente en su dirección de la capa de red, para permitir que un paquete pueda ser enviado desde un host a otro, basado en el esquema de direcciones.

Ejemplos de protocolos enrutados:

- Protocolo Internet (IP)      IPV4 Y IPV6
- Intercambio de paquetes de internetwork (IPX)

## **SISTEMA AUTONOMO**

Un sistema autónomo (AS) es un conjunto de redes bajo una administración común, las cuales comparten una estrategia de enrutamiento común. Para el mundo exterior, el AS es una entidad única. El AS puede ser administrado por uno o más operadores, a la vez que presenta un esquema unificado de enrutamiento hacia el mundo exterior.

Los números de identificación de cada AS son asignados por el Registro estadounidense de números de la Internet (ARIN), los proveedores de servicios o el administrador de la red. Este sistema autónomo es un número de 16 bits. Los protocolos de enrutamiento tales como el IGRP de Cisco, requieren un número único de sistema autónomo.

El objetivo de un protocolo de enrutamiento es crear y mantener una tabla de enrutamiento. Esta tabla contiene las redes conocidas y los puertos asociados a dichas redes. Los routers utilizan protocolos de enrutamiento para administrar la información recibida de otros routers, la información que se conoce a partir de la configuración de sus propias interfaces, y las rutas configuradas manualmente.

Los protocolos de enrutamiento aprenden todas las rutas disponibles, incluyen las mejores rutas en las tablas de enrutamiento y descartan las rutas que ya no son válidas. El router utiliza la información en la tabla de enrutamiento para enviar los paquetes de datos.

El algoritmo de enrutamiento es fundamental para el enrutamiento dinámico. Al haber cambios en la topología de una red, por razones de crecimiento, reconfiguración o falla, la información conocida acerca de la red también debe cambiar. La información conocida debe reflejar una visión exacta y coherente de la nueva topología.

Cuando todos los routers de una red se encuentran operando con la misma información, se dice que la red ha hecho convergencia. Una rápida convergencia es deseable, ya que reduce el período de tiempo durante el cual los routers toman decisiones de enrutamiento erróneas. Los sistemas autónomos (AS) permiten la división de la red global en subredes de menor tamaño, más manejables. Cada AS cuenta con su propio conjunto de reglas y políticas, y con un único número AS que lo distingue de los demás sistemas autónomos del mundo.

La mayoría de los algoritmos de enrutamiento pertenecen a una de estas dos categorías:

- Vector-distancia
- Estado del enlace

El método de enrutamiento por vector-distancia determina la dirección (vector) y la distancia hacia cualquier enlace en la red. El método de estado del enlace, también denominado "primero la ruta más corta", recrea la topología exacta de toda la red.

## **PROTOCOLO DE ENRUTAMIENTO VECTOR-DISTANCIA**

Los protocolos de enrutamiento por vector-distancia envían copias periódicas de las tablas de enrutamiento de un router a otro. Estas actualizaciones periódicas entre routers informan de los cambios de topología. Los algoritmos de enrutamiento basados en el vector-distancia también se conocen como algoritmos Bellman-Ford.

Cada router recibe una tabla de enrutamiento de los routers conectados directamente a él. El router B recibe información del router A. El router B agrega un cifra de vector-distancia (por ejemplo: el número de saltos), la cual aumenta el vector-distancia. Luego el router B pasa esta nueva tabla de enrutamiento a su otro vecino, el router C. Este mismo proceso, paso a paso, se repite en todas direcciones entre routers vecinos.

El algoritmo finalmente acumula información acerca de las distancias de la red, la cual le permite mantener una base de datos de la topología de la red. Sin embargo, los algoritmos de vector-distancia no permiten que un router conozca la topología exacta de una red, ya que cada router solo ve a sus routers vecinos.

Cada router que utiliza el enrutamiento por vector-distancia comienza por identificar sus propios vecinos. La interfaz que conduce a las redes conectadas directamente tiene una distancia de 0. A medida que el proceso de descubrimiento de la red avanza, los routers descubren la mejor ruta hacia las redes de destino, de acuerdo a la información de vector-distancia que reciben de cada vecino. Por ejemplo, el router A aprende acerca de otras redes según la información que recibe del router B. Cada una de las redes de destino en la tabla de enrutamiento tiene una cifra total de vector-distancia, la cual indica la distancia a la que se encuentra dicha red por una ruta determinada.

Las actualizaciones de las tablas de enrutamiento se producen al haber cambios en la topología. Al igual que en el proceso de descubrimiento de la red, las actualizaciones de cambios de topología avanzan paso a paso, de un router a otro. Los algoritmos de vector-distancia hacen que cada router envíe su tabla de enrutamiento completa a cada uno de sus vecinos adyacentes. Las tablas de enrutamiento incluyen información acerca del costo total de la ruta (definido por su métrica) y la dirección lógica del primer router en la ruta hacia cada una de las redes indicadas en la tabla.

Una analogía del vector-distancia podría ser los carteles que se encuentran en las intersecciones de las autopistas. Un cartel indica el destino e indica la distancia hasta el destino. Más adelante en la autopista, otro cartel indica el destino, pero ahora la distancia es mas corta. A medida que se acorta la distancia, el tráfico sigue la mejor ruta.

## **PROTOCOLO DE ENRUTAMIENTO ESTADO DEL ENLACE**

El segundo algoritmo básico que se utiliza para enrutamiento es el algoritmo de estado del enlace. Los algoritmos de estado del enlace también se conocen como algoritmos Dijkstras o SPF ("primero la ruta más corta"). Los protocolos de enrutamiento de estado del enlace mantienen una base de datos compleja, con la información de la topología de la red. El algoritmo de vector-distancia provee información indeterminada sobre las redes lejanas y no tiene información acerca de los routers distantes. El algoritmo de enrutamiento de estado del enlace mantiene información completa sobre routers lejanos y su interconexión.

El enrutamiento de estado del enlace utiliza:

- Publicaciones de estado del enlace (LSA): una publicación del estado del enlace (LSA) es un paquete pequeño de información sobre el enrutamiento, el cual es enviado de router a router.
- Base de datos topológica: una base de datos topológica es un cúmulo de información que se ha

reunido mediante las LSA.

- Algoritmo SPF: el algoritmo "primero la ruta más corta" (SPF) realiza cálculos en la base de datos, y el resultado es el árbol SPF.
- Tablas de enrutamiento: una lista de las rutas e interfaces conocidas.

Proceso de descubrimiento de la red para el enrutamiento de estado del enlace:

El intercambio de LSAs se inicia en las redes conectadas directamente al router, de las cuales tiene información directa. Cada router, en paralelo con los demás, genera una base de datos topológica que contiene toda la información recibida por intercambio de LSAs.

El algoritmo SPF determina la conectividad de la red. El router construye esta topología lógica en forma de árbol, con él mismo como raíz, y cuyas ramas son todas las rutas posibles hacia cada subred de la red. Luego ordena dichas rutas, y coloca las ruta más cortas primero (SPF). El router elabora una lista de las mejores rutas a las redes de destino, y de las interfaces que permiten llegar a ellas. Esta información se incluye en la tabla de enrutamiento. También mantiene otras bases de datos, de los elementos de la topología y de los detalles del estado de la red.

El router que primero conoce de un cambio en la topología envía la información al resto de los routers, para que puedan usarla para hacer sus actualizaciones y publicaciones. Esto implica el envío de información de enrutamiento, la cual es común a todos los routers de la red. Para lograr la convergencia, cada router monitorea sus routers vecinos, sus nombres, el estado de la interconexión y el costo del enlace con cada uno de ellos. El router genera una LSA, la cual incluye toda esa información, junto con información relativa a nuevos vecinos, los cambios en el costo de los enlaces y los enlaces que ya no son válidos. La LSA es enviada entonces, a fin de que los demás routers la reciban.

Cuando un router recibe una LSA, actualiza su base de datos con la información más reciente y elabora un mapa de la red con base en los datos acumulados, y calcula la ruta más corta hacia otras redes mediante el algoritmo SPF. Cada vez que una LSA genera cambios en la base de datos, el algoritmo de estado del enlace (SPF) vuelve a calcular las mejores rutas, y actualiza la tabla de enrutamiento.

Puntos de interés acerca del estado del enlace

- Carga sobre el procesador.
- Requisitos de memoria.
- Utilización del ancho de banda.

Los routers que usan protocolos de estado del enlace requieren de más memoria y exigen más esfuerzo al procesador, que los que usan protocolos de enrutamiento por vector-distancia. Los routers deben tener la memoria suficiente para almacenar toda la información de las diversas bases de datos, el árbol de topología y la tabla de enrutamiento. La avalancha de LSAs que ocurre al activar un router consume una porción del ancho de banda. Durante el proceso de descubrimiento inicial, todos los routers que utilizan protocolos de enrutamiento de estado del enlace envían LSAs a todos los demás routers. Esta acción genera un gran volumen de tráfico y reduce temporalmente el ancho de banda disponible para el tráfico enrutado de los usuarios.

Después de esta disminución inicial de la eficiencia de la red, los protocolos de enrutamiento del estado del enlace generalmente consumen un ancho de banda mínimo, sólo para enviar las ocasionales LSAs que informan de algún cambio en la topología.

Un router puede utilizar un protocolo de enrutamiento de paquetes IP para llevar a cabo el enrutamiento. Esto lo realiza mediante la implementación de un algoritmo de enrutamiento específico y emplea la capa de interconexión de redes del conjunto de protocolos TCP/IP.

Algunos ejemplos de protocolos de enrutamiento de paquetes IP son:

- RIP: Un protocolo de enrutamiento interior por vector-distancia.
- IGRP: El protocolo de enrutamiento interior por vector-distancia de Cisco.
- OSPF: Un protocolo de enrutamiento interior de estado del enlace
- EIGRP: El protocolo mejorado de enrutamiento interior por vector-distancia de Cisco.
- BGP: Un protocolo de enrutamiento exterior por vector-distancia

**El Protocolo de información de enrutamiento (RIP)** fue descrito originalmente en el RFC 1058.

Sus características principales son las siguientes:

- Es un protocolo de enrutamiento por vector-distancia.
- Utiliza el número de saltos como métrica para la selección de rutas.
- Si el número de saltos es superior a 15, el paquete es desechado.
- Por defecto, se envía un broadcast de las actualizaciones de enrutamiento cada 30 segundos.

**El Protocolo de enrutamiento interior de gateway (IGRP)** es un protocolo patentado desarrollado por Cisco. Entre las características de diseño claves del IGRP se destacan las siguientes:

- Es un protocolo de enrutamiento por vector-distancia.
- Se considera el ancho de banda, la carga, el retardo y la confiabilidad para crear una métrica compuesta.
- Por defecto, se envía un broadcast de las actualizaciones de enrutamiento cada 90 segundos.

El protocolo público conocido como "Primero la ruta más corta" (OSPF) es un protocolo de enrutamiento de estado del enlace no patentado. Las características clave del OSPF son las siguientes:

- Es un protocolo de enrutamiento de estado del enlace.
- Es un protocolo de enrutamiento público (open standard), y se describe en el RFC 2328.
- Usa el algoritmo SPF para calcular el costo más bajo hasta un destino.
- Las actualizaciones de enrutamiento producen un gran volumen de tráfico al ocurrir cambios en la topología.

**El EIGRP** es un protocolo mejorado de enrutamiento por vector-distancia, patentado por Cisco.

Las características claves del EIGRP son las siguientes:

- Es un protocolo mejorado de enrutamiento por vector-distancia.
- Utiliza balanceo de carga asimétrico.
- Utiliza una combinación de los algoritmos de vector-distancia y de estado del enlace.
- Utiliza el Algoritmo de actualización difusa (DUAL) para el cálculo de la ruta más corta.
- Las actualizaciones son mensajes de multicast a la dirección 224.0.0.10 generadas por cambios en la topología.

**El Protocolo de gateway de frontera (BGP)** es un protocolo de enrutamiento exterior. Las características claves del BGP son las siguientes:

- Es un protocolo de enrutamiento exterior por vector-distancia.
- Se usa entre ISPs o entre los ISPs y sus clientes.

- Se usa para enrutar el tráfico de Internet entre sistemas autónomos.

## **DETERMINACION DE RUTAS**

Los routers determinan la ruta de los paquetes desde un enlace a otro, mediante dos funciones básicas:

- Una función de determinación de ruta
- Una función de conmutación.

La determinación de la ruta se produce en la capa de red. La función de determinación de ruta permite al router evaluar diversas rutas hacia un destino, y establecer cuál es la más deseable. El router utiliza la tabla de enrutamiento para determinar la mejor ruta, para luego enviar los paquetes de datos mediante la función de conmutación.

La función de conmutación es el proceso interno que el router utiliza para recibir un paquete en una interfaz y enviarlo a otra dentro del router mismo. Una responsabilidad clave de la función de conmutación es la de encapsular los paquetes de acuerdo a la estructura requerida por el siguiente enlace.

## **PROTOCOLOS IGP Y EGP**

Los protocolos de enrutamiento interior están diseñados para ser usados en redes cuyos segmentos se encuentran bajo el control de una sola organización. Los criterios de diseño de los protocolos de enrutamiento interior requieren que el protocolo encuentre la mejor ruta a través de la red. En otras palabras, la métrica y la forma en que esta se utiliza es el elemento más importante de un protocolo de enrutamiento interior.

Un protocolo de enrutamiento exterior está diseñado para ser usado entre dos redes diferentes, las cuales se encuentran bajo el control de dos organizaciones diferentes. En general, se utilizan entre ISPs o entre una compañía y un ISP. Por ejemplo: una compañía puede usar el BGP, un protocolo de enrutamiento exterior, entre uno de sus routers y un router del ISP. Los protocolos de enrutamiento exterior necesitan de estos tres conjuntos de información antes de comenzar su operación:

- Una lista de los routers vecinos, con los que intercambiarán la información de enrutamiento.
- Una lista de las redes a ser publicadas como de acceso directo.
- El número de sistema autónomo del router local.

Un protocolo de enrutamiento exterior debe aislar los sistemas autónomos. Recuerde, los sistemas autónomos son administrados por entes distintos. Las redes deben disponer de un protocolo para interconectar los diferentes sistemas autónomos.

Los sistemas autónomos disponen de un número de identificación, asignado por el Registro estadounidense de números de Internet (ARIN) o por un proveedor de acceso. Dicho número consta de 16 bits. Los protocolos de enrutamiento como el IGRP y el EIGRP de Cisco, requieren la asignación de un número único de sistema autónomo.

## CONFIGURACION DE ENRUTAMIENTO

### RIP

RIP ha evolucionado a lo largo de los años desde el Protocolo de enrutamiento con definición de clases, RIP Versión 1 (RIP v1), hasta el Protocolo de enrutamiento sin clase, RIP Version 2 (RIP v2). Las mejoras en RIP v2 incluyen:

Capacidad para transportar mayor información relativa al enrutamiento de paquetes.

Mecanismo de autenticación para la seguridad de origen al hacer actualizaciones de las tablas.

Soporta máscara de subredes de longitud variable (VLSM).

RIP evita que los bucles de enrutamiento se prolonguen en forma indefinida, mediante la fijación de un límite en el número de saltos permitido en una ruta, desde su origen hasta su destino. El número máximo de saltos permitido en una ruta es de 15.

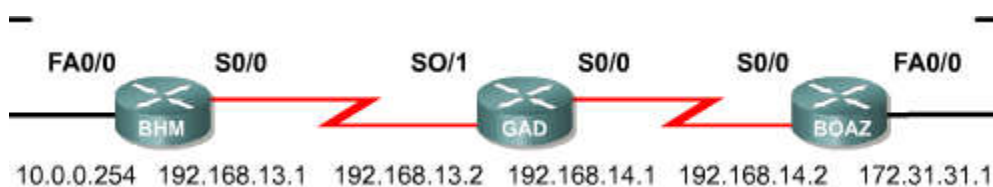
El comando **router rip** habilita el protocolo de enrutamiento RIP. Luego se ejecuta el comando **network** para informar al router acerca de las interfaces donde RIP estará activo. A continuación, el proceso de enrutamiento asocia las interfaces específicas con las direcciones de red y comienza a enviar y a recibir actualizaciones RIP en estas interfaces.

RIP envía mensajes de actualización de enrutamiento a intervalos regulares. Cuando un router recibe una actualización de enrutamiento que incluya cambios a una entrada de su tabla de enrutamiento, actualiza la dicha tabla para reflejar la nueva ruta. El valor recibido de la métrica de la ruta aumenta en 1 y la interfaz de origen de la actualización se señala como el salto siguiente en la tabla de enrutamiento. Los routers RIP conservan sólo la mejor ruta hacia un destino pero pueden conservar más de una ruta al mismo destino si el costo de todas es igual.

La mayoría de los protocolos de enrutamiento usan una combinación de actualizaciones causadas por eventos (event-driven) o por tiempo (time-driven). RIP es time-driven, pero la implementación Cisco de RIP envía actualizaciones tan pronto se detectan cambios. Cambios en la topología también originan actualizaciones inmediatas en routers IGRP, independientes del valor del temporizador de actualización. Sin actualizaciones event-driven RIP e IGRP no funcionarían adecuadamente. Una vez que se haya actualizado la tabla de enrutamiento por cambios en la configuración, el router comienza inmediatamente a transmitir las actualizaciones de enrutamiento, a fin de informar de estos cambios a los otros routers. Estas actualizaciones, denominadas actualizaciones generadas por eventos, se envían independientemente de las actualizaciones periódicas que envían los routers RIP a intervalos regulares. Por ejemplo, las descripciones de los comandos que se utilizan para configurar el router BHM que se muestra en la figura son las siguientes:

- BHM(config) #**router rip**: selecciona al RIP como protocolo de enrutamiento.
- BHM(config-router) #**network 10.0.0.0**: especifica una red conectada directamente.
- BHM(config-router) #**network 192.168.13.0**: especifica una segunda red conectada directamente.

Las interfaces del router Cisco conectadas a las redes 10.0.0.0 y 192.168.13.0 envían y reciben actualizaciones RIP. Estas actualizaciones de enrutamiento permiten que el router conozca la topología de la red desde routers vecinos que también ejecutan RIP.





```
BHM(config)#router rip
BHM(config-router)#network 10.0.0.0
BHM(config-router)#network 192.168.13.0
```

```
GAD(config)#router rip
GAD(config-router)#network 192.168.14.0
GAD(config-router)#network 192.168.13.0
```

```
BOAZ(config)#router rip
BOAZ(config-router)#network 192.168.14.0
BOAZ(config-router)#network 172.31.0.0
```

Existen diversos comandos que se pueden utilizar para verificar que RIP esté correctamente configurado. Los dos comandos más comunes son el **show ip route** y el **show ip protocols**.

El comando **show ip protocols** muestra cuáles son los protocolos que transportan tráfico IP en el router. Este resultado puede utilizarse para verificar la mayor parte, si no toda, la configuración del protocolo RIP. Algunos de los aspectos de la configuración más comunes que deben ser verificados son:

- El uso del enrutamiento RIP está configurado.
- Las interfaces correctas están enviando y recibiendo las actualizaciones RIP.
- El router publica las redes correctas.

El comando **show ip route** se puede utilizar para verificar que las rutas recibidas por los routers RIP vecinos estén instaladas en la tabla de enrutamiento. Examine el resultado del comando y busque las rutas RIP que señaladas con "R". Recuerde que la red tardará algún tiempo en converger, de modo que puede que no aparezcan las rutas de forma inmediata.

Otros comandos para verificar la configuración del protocolo RIP son los siguientes:

- **show interface***interface*
- **show ip interface***interface*
- **show running-config**

La mayoría de los errores de configuración del protocolo RIP incluyen comandos de red incorrectos, subredes discontinuas u horizontes divididos. Un comando muy efectivo para detectar problemas de actualización es el **debug ip rip**.

El comando **debug ip rip** muestra las actualizaciones de enrutamiento RIP a medida que se las envía y recibe.