



Tema 3: Capa de Red

2ª PARTE: Enrutamiento

Redes de Computadores
Grado en Ingeniería Informática

Mercedes Rodríguez García

Índice

1. Enrutamiento
 - 1.1. Redes conectadas directamente
 - 1.2. Redes remotas
2. Tabla de enrutamiento de un router
3. Métrica
4. Distancia administrativa
5. Enrutamiento estático
6. Ruta por defecto
7. Determinación de ruta
8. Tabla de enrutamiento de un host

1. Enrutamiento

La función principal de un router es enviar un paquete hacia su destino. Para llevar a cabo esta acción, el router necesita consultar su tabla de enrutamiento.

Las rutas de la **tabla de enrutamiento** indican cómo alcanzar los distintos destinos. Estos destinos pueden ser:

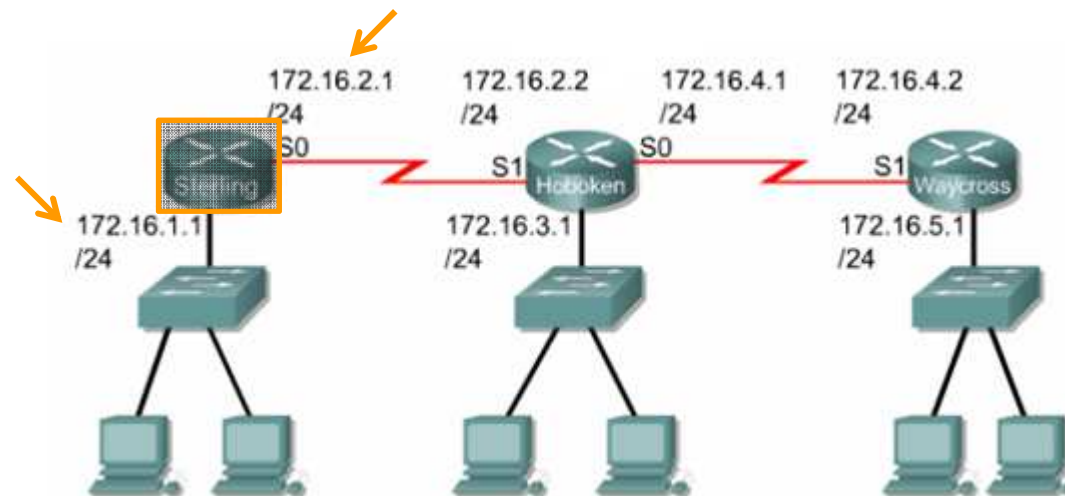
- Redes que están conectadas directamente al router.
- Redes remotas.

1. Enrutamiento

1.1. Redes conectadas directamente

Son las redes que están directamente conectadas a las interfaces del router.

Cuando se asigna una IP y una máscara a una interfaz del router, automáticamente se crea una ruta hacia esa red/subred en la tabla de enrutamiento.



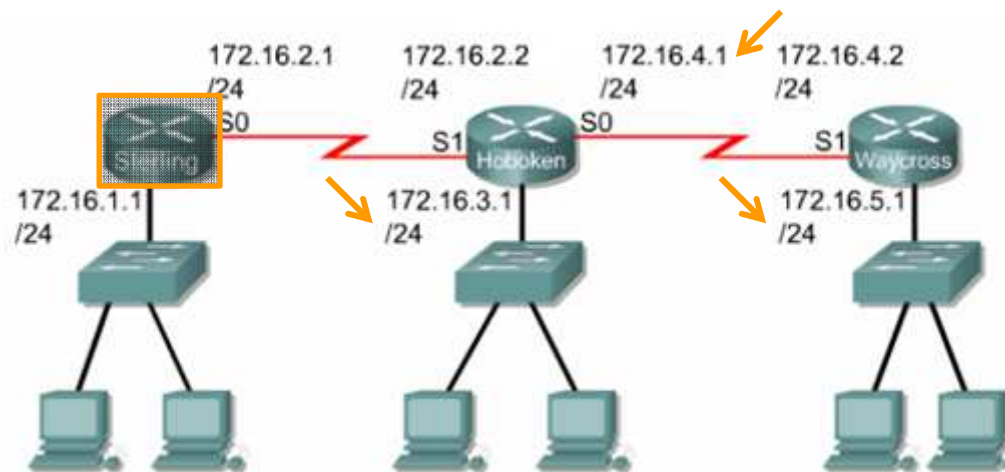
1. Enrutamiento

1.2. Redes remotas

Son las redes que **NO están directamente conectadas** al router. Para alcanzar una red remota, el router tiene que enviar los paquetes a otro router.

Las rutas hacia redes remotas se agregan en la tabla de enrutamiento de dos formas:

- Rutas dinámicas.- Rutas configuradas dinámicamente por protocolos de enrutamiento como RIP, EIGRP, OSPF, etc.
- Rutas estáticas.- Rutas configuradas manualmente por administradores de red.



2. Tabla de enrutamiento de un router

Comando para visualizar la tabla de enrutamiento:

Router# **show ip route**

```
Router#sh 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 - BGP  
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 is subnetted, 5 subnets
```

```
R 172.16.3.0/24 [120/1] via 172.16.2.2, Serial 0
```

```
R 172.16.4.0/24 [120/1] via 172.16.2.2, Serial 0
```

```
R 172.16.5.0/24 [120/2] via 172.16.2.2, Serial 0
```

```
C 172.16.2.0/24 is directly connected, Serial 0
```

```
C 172.16.1.0/24 is directly connected, FastEthernet 0/0
```

Destino

Puerto por el que se
envían los paquetes
para alcanzar ese
destino

-Tabla de enrutamiento del router Sterling (siguiendo el ejemplo de la diapositiva anterior)-

3. Métrica

La métrica es un valor asociado a la ruta que mide la **dificultad (coste) de alcanzar el destino**.

Cada protocolo de enrutamiento utiliza su propia fórmula para calcular la métrica.

PROTOCOLO DE ENRUTAMIENTO	PARÁMETROS QUE INTERVIENEN EN EL CÁLCULO DE LA MÉTRICA
RIP	<ul style="list-style-type: none">▪ Número de saltos
OSPF	<ul style="list-style-type: none">▪ Ancho de banda
EIGRP*	<ul style="list-style-type: none">▪ Ancho de banda▪ Retardo▪ Carga▪ Confiabilidad



¿Qué protocolo de enrutamiento tiene una métrica más precisa?

* Protocolo propietario de Cisco.

3. Métrica

Si un router aprende más de una ruta hacia el mismo destino, deberá evaluar cuál es la mejor. El router considera que la mejor ruta es la que tiene la **métrica más baja**.

EJEMPLO: Un router que utiliza el protocolo RIP aprende dos rutas hacia el mismo destino:

Ruta A: métrica = 2

Ruta B: métrica = 7

El router va a considerar que la mejor ruta es la Ruta A porque tiene la métrica más baja. Por tanto, esta será la ruta que registre en su tabla de enrutamiento.

3. Métrica

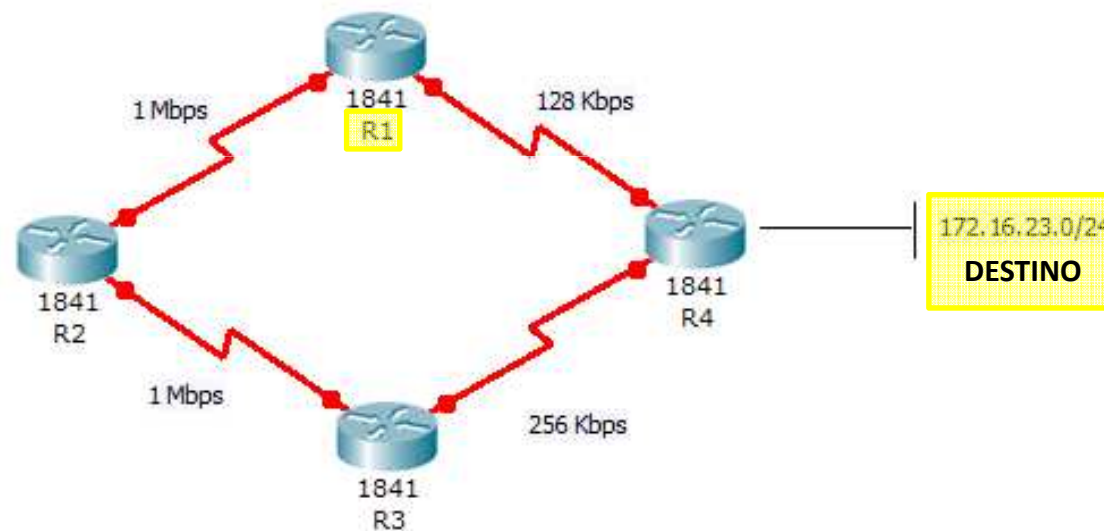
Puede ocurrir que un router esté utilizando varios protocolos de enrutamiento a la vez, por ejemplo, RIP y OSPF.

Si un router tiene que comparar varias rutas que han sido calculadas con diferentes protocolos, NO se puede utilizar la métrica como medida comparativa porque los valores pueden ser muy dispares.

PROTOCOLO DE ENRUTAMIENTO	PARÁMETROS QUE INTERVIENEN EN EL CÁLCULO DE LA MÉTRICA	VALOR MÁXIMO (en decimal)
RIP	▪ Número de saltos	15
OSPF	▪ Ancho de banda	65.535
EIGRP	▪ Ancho de banda ▪ Retardo ▪ Carga ▪ Confiabilidad	4.294.967.295

3. Métrica

En este ejemplo, **R1** debe determinar cuál es la mejor ruta hacia la subred 172.16.23.0/24. Este router utiliza los protocolos RIP y OSPF.

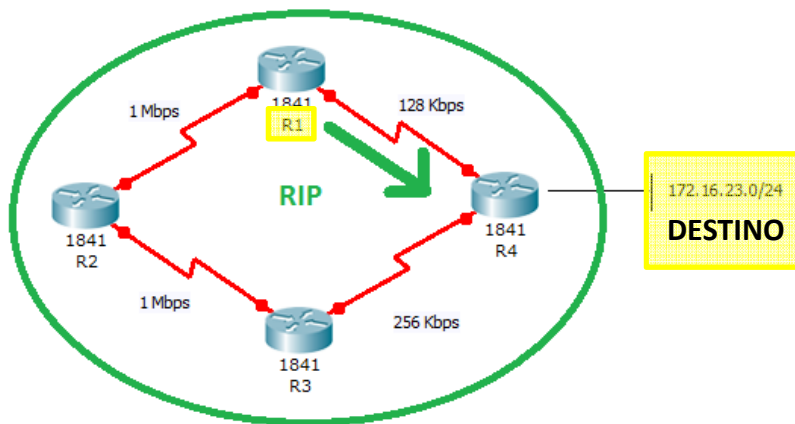


Dos alternativas para llegar al destino:

Ruta 1: R1-R4

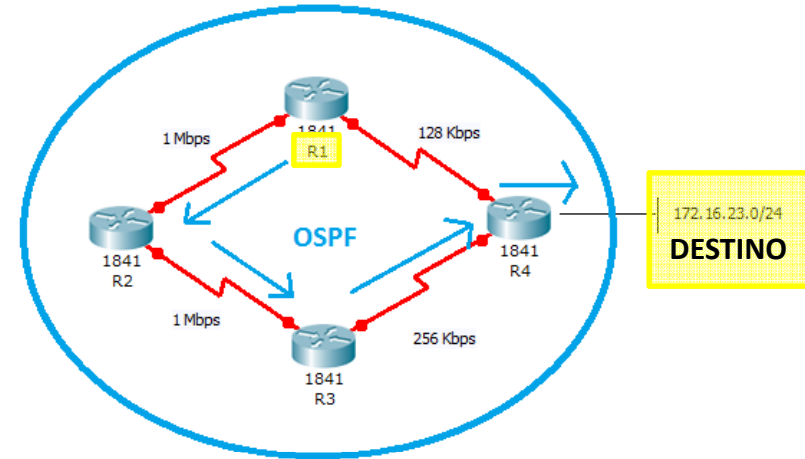
Ruta 2: R1-R2-R3-R4

3. Métrica



Ruta 1: un salto
Ruta 2: tres saltos

Ruta seleccionada por RIP: ruta 1 con **MÉTRICA = 1**



Ruta 1: 782
Ruta 2: 591

Ruta seleccionada por OSPF: ruta 2 con **MÉTRICA = 591**



¿Qué ruta seleccionará el router para introducir en su tabla de enrutamiento?
¿La ruta calculada por RIP (métrica = 1) o la ruta calculada por OSPF (métrica = 591)?

3. Métrica

COMPARATIVA: Teniendo en cuenta los valores máximos que pueden alcanzar las métricas, las métricas de RIP serán significativamente menores a las de OSPF ¿eso significa que la ruta que ha calculado RIP es mejor que la ruta que ha calculado OSPF? **NO**.

4. Distancia administrativa

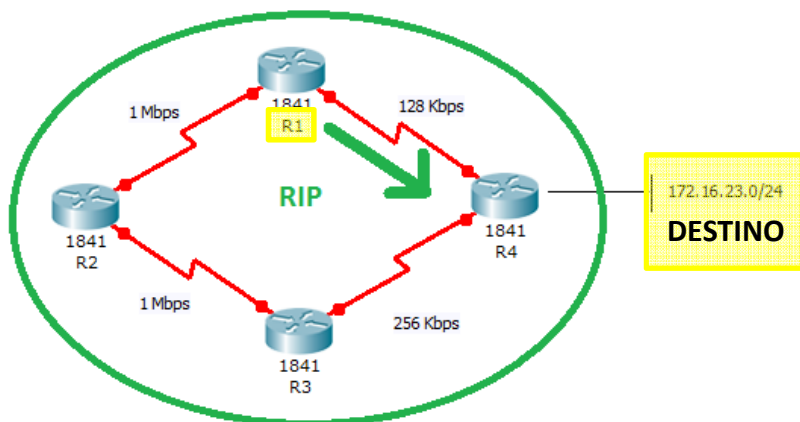
Para resolver la comparativa anterior, el router utiliza la distancia administrativa (D.A.). La distancia administrativa es un valor de 8 bits (0-255) que mide la **confiabilidad de una métrica**.

Los valores por defecto son:

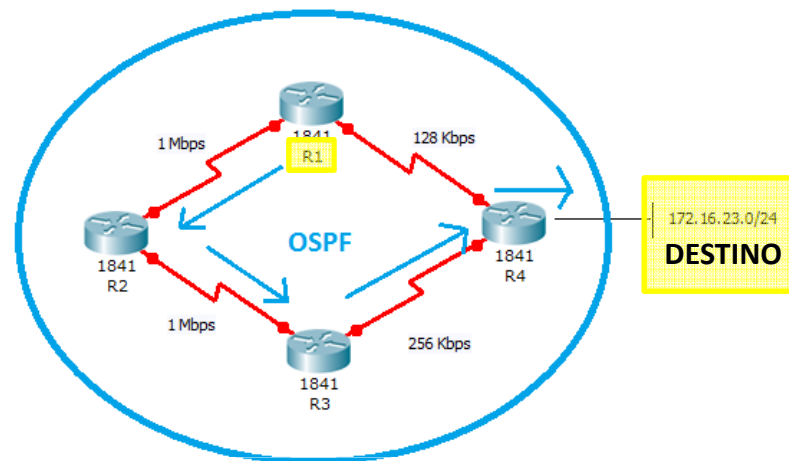
ENRUTAMIENTO	D.A.
Estático	1
EIGRP	90
OSPF	110
RIP	120

CONCLUSIÓN: si hay varias rutas hacia un destino calculadas con diferentes protocolos, el router seleccionará la ruta que tenga **menor distancia administrativa**.

4. Distancia administrativa



MÉTRICA = 1
D.A. = 120



MÉTRICA = 591
D.A. = 110
RUTA SELECCIONADA

La ruta que seleccionará el router para introducir en su tabla de enrutamiento es la obtenida por el protocolo OSPF porque tiene una distancia administrativa menor.

4. Distancia administrativa

CONCLUSIÓN:

Si las rutas a comparar han sido calculadas con el mismo protocolo de enrutamiento, el router utilizará la **MÉTRICA** para elegir la mejor ruta.

Si las rutas a comparar han sido calculadas con distintos protocolos de enrutamiento, el router utilizará la **DISTANCIA ADMINISTRATIVA** para elegir la mejor ruta.

4. Distancia administrativa

```
Router#sh 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 is subnetted, 5 subnets

D.A.

R 172.16.3.0/24 [120/1] via 172.16.2.2, Serial 0

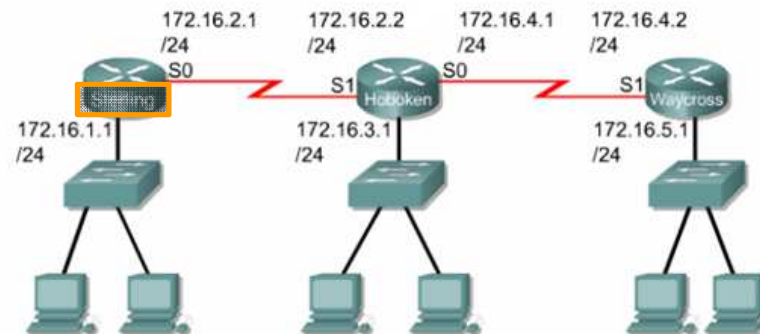
R 172.16.4.0/24 [120/1] via 172.16.2.2, Serial 0

R 172.16.5.0/24 [**120/2**] via 172.16.2.2, Serial 0

C 172.16.2.0/24 is directly connected, Serial 0

C 172.16.1.0/24 is directly connected, FastEthernet 0/0

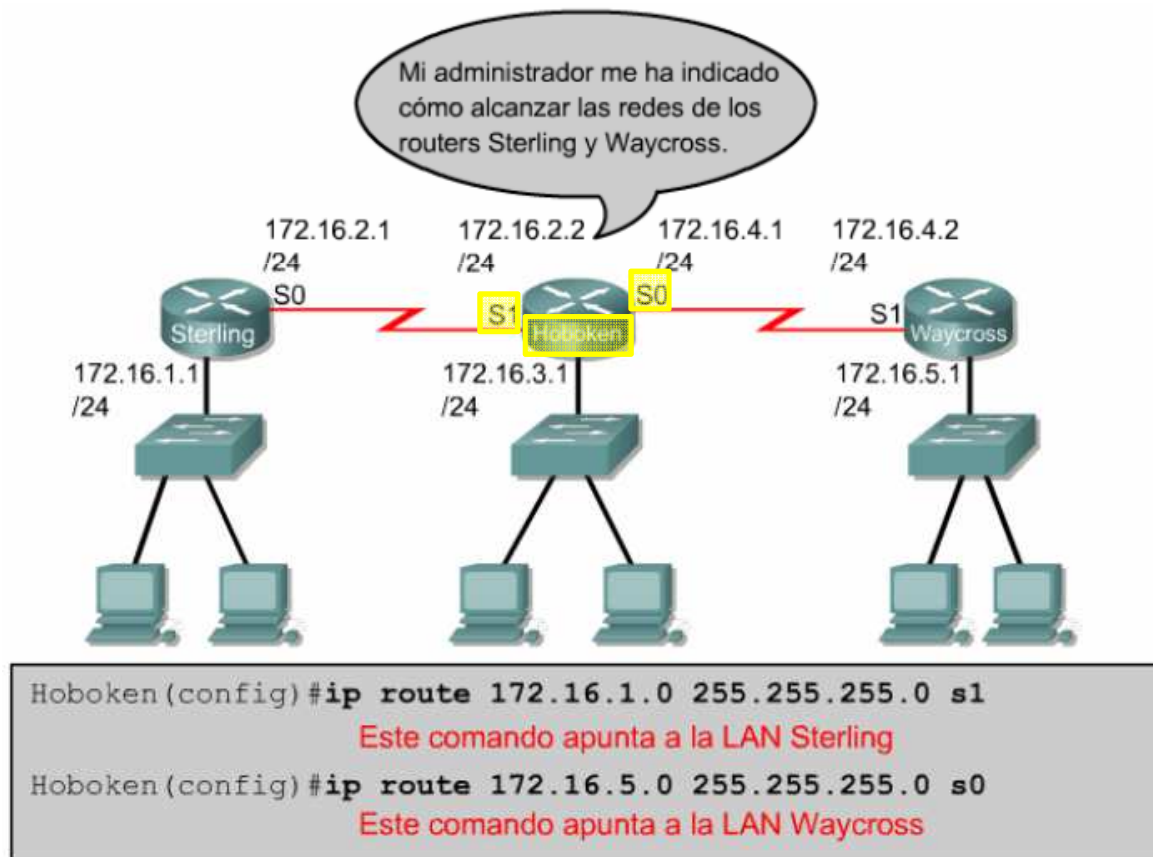
Métrica



5. Enrutamiento estático

Una ruta estática es una ruta que introduce manualmente el administrador de red utilizando el comando:

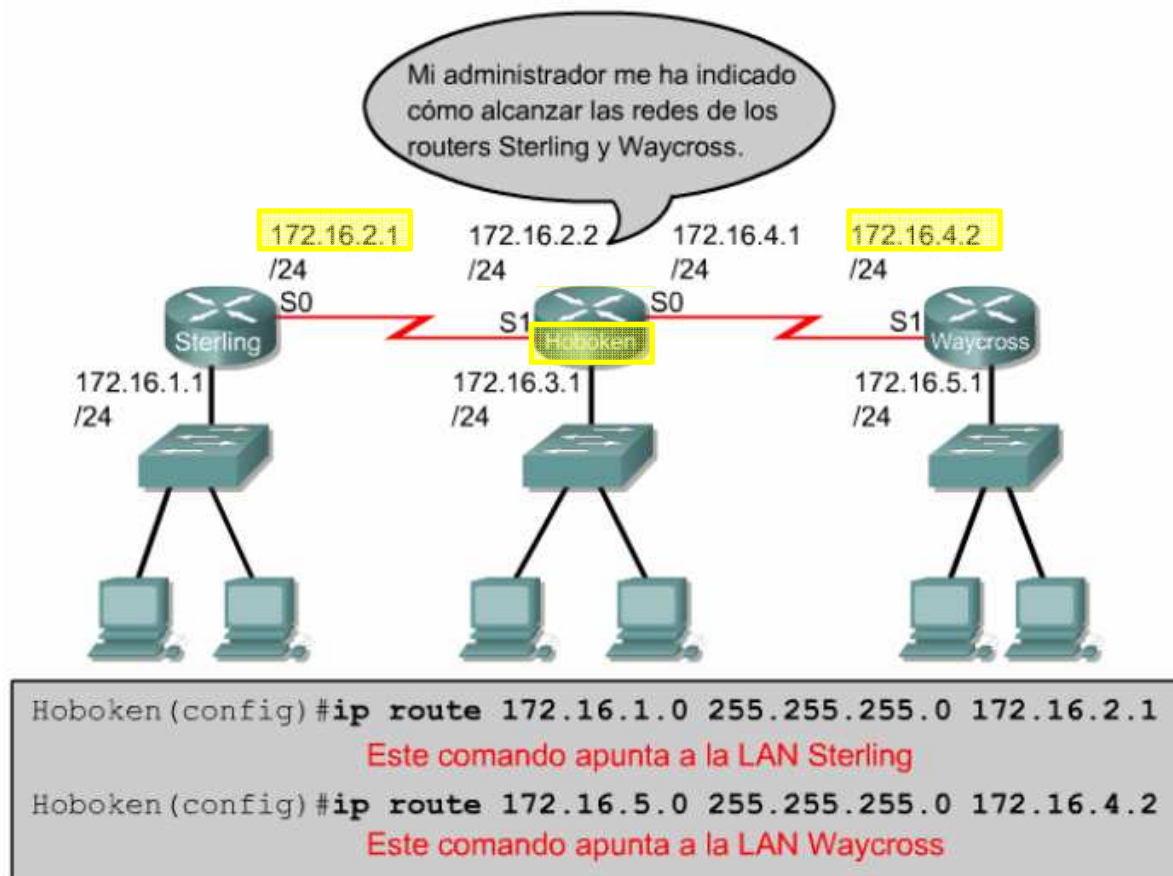
Router(config)# **ip route** *dirección_red_destino máscara interfaz_de_salida*



5. Enrutamiento estático

También se puede definir la ruta estática con la dirección del siguiente salto, en lugar de utilizar el nombre de la interfaz de salida.

Router(config)# **ip route** *dirección_red_destino* *máscara* *dirección_salto*



5. Enrutamiento estático

La D.A. por defecto de una ruta estática es 1. Si queremos introducir una ruta estática que tenga una D.A. diferente, hay que especificar ese valor al definirla:

```
Router(config)# ip route 172.16.5.0 255.255.255.0 172.16.4.2 95
```



D.A.

5. Enrutamiento estático

A veces, las rutas estáticas se crean para utilizarlas como **rutas de respaldo**. Una ruta de respaldo entra en funcionamiento cuando falla la ruta habitual.

Constituyen el “**Plan B**”



¿Qué distancia administrativa debería tener la ruta estática de respaldo?

6. Ruta por defecto

También denominada ruta predeterminada o gateway de último recurso.

La ruta por defecto se utiliza para llegar a destinos que no son resueltos por las demás rutas de la tabla de enrutamiento.

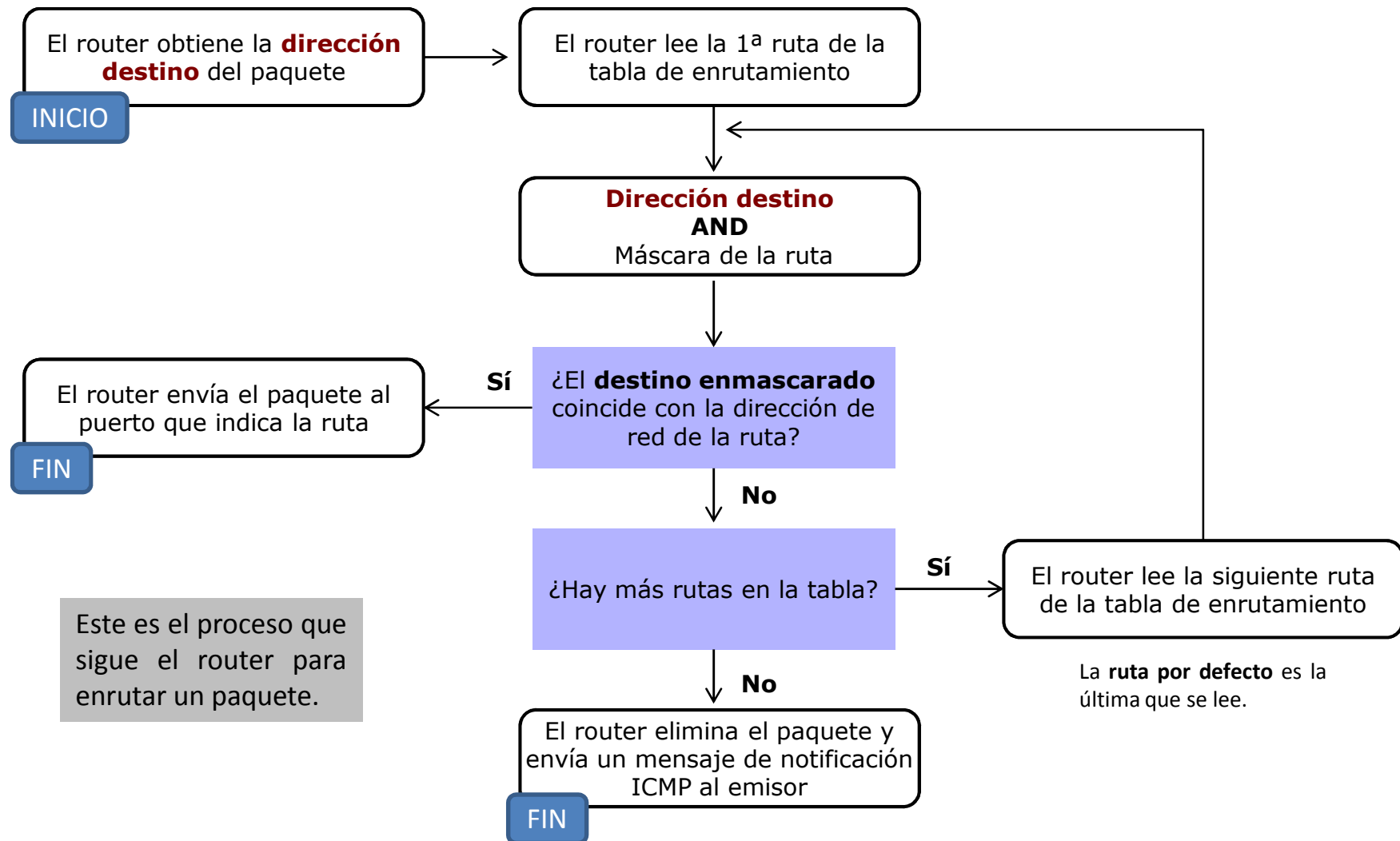
Generalmente, los routers están configurados con una ruta por defecto para el **tráfico que se dirige a Internet**.

Para definirla, introducir cualquiera de estos dos comandos:

```
Router(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 interfaz
```

```
Router(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 dirección_salto
```

7. Determinación de ruta



4. Distancia administrativa

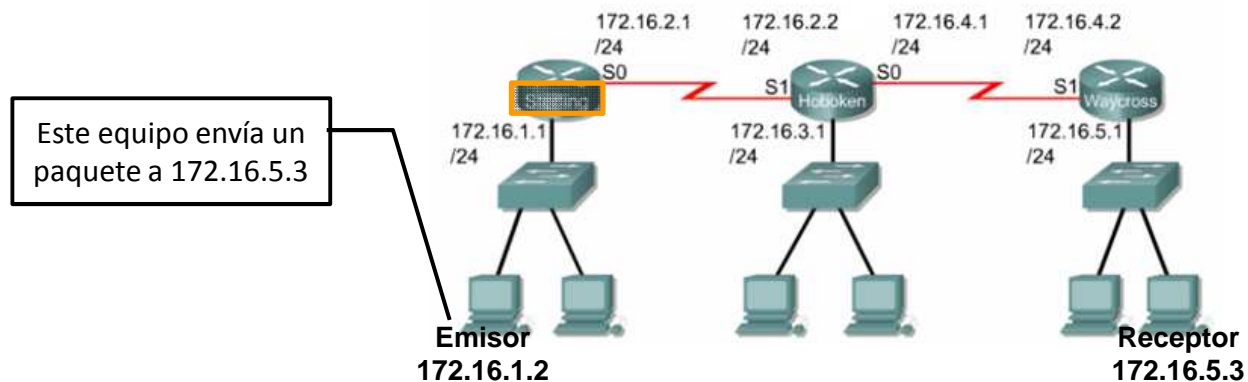
```
Router#sh ip route
```

```
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 is subnetted, 5 subnets

```
R 172.16.3.0/24 [120/1] via 172.16.2.2, Serial 0  
R 172.16.4.0/24 [120/1] via 172.16.2.2, Serial 0  
R 172.16.5.0/24 [120/2] via 172.16.2.2, Serial 0  
C 172.16.2.0/24 is directly connected, Serial 0  
C 172.16.1.0/24 is directly connected, FastEthernet 0/0
```



8. Tabla de enrutamiento de un host



Un host también tiene su propia tabla de rutas. Para verla puedes entrar en la línea de comandos de tu PC y ejecutar el comando *route print*

¿Puedes interpretar el resultado?

Realiza la hoja de ejercicios N° 13, te ayudará a interpretar el resultado