

2

CONCEPTOS BÁSICOS DE ROUTING IP



Manual de clases

Objetivo

- Describir los conceptos básicos del routing IP, que es el proceso de seleccionar rutas en una red, a lo largo de las cuales se envían paquetes desde un origen a un destino.

Última modificación:
5 de marzo de 2023

Tema 2 de:
ROUTING IP
Edison Coimbra G.

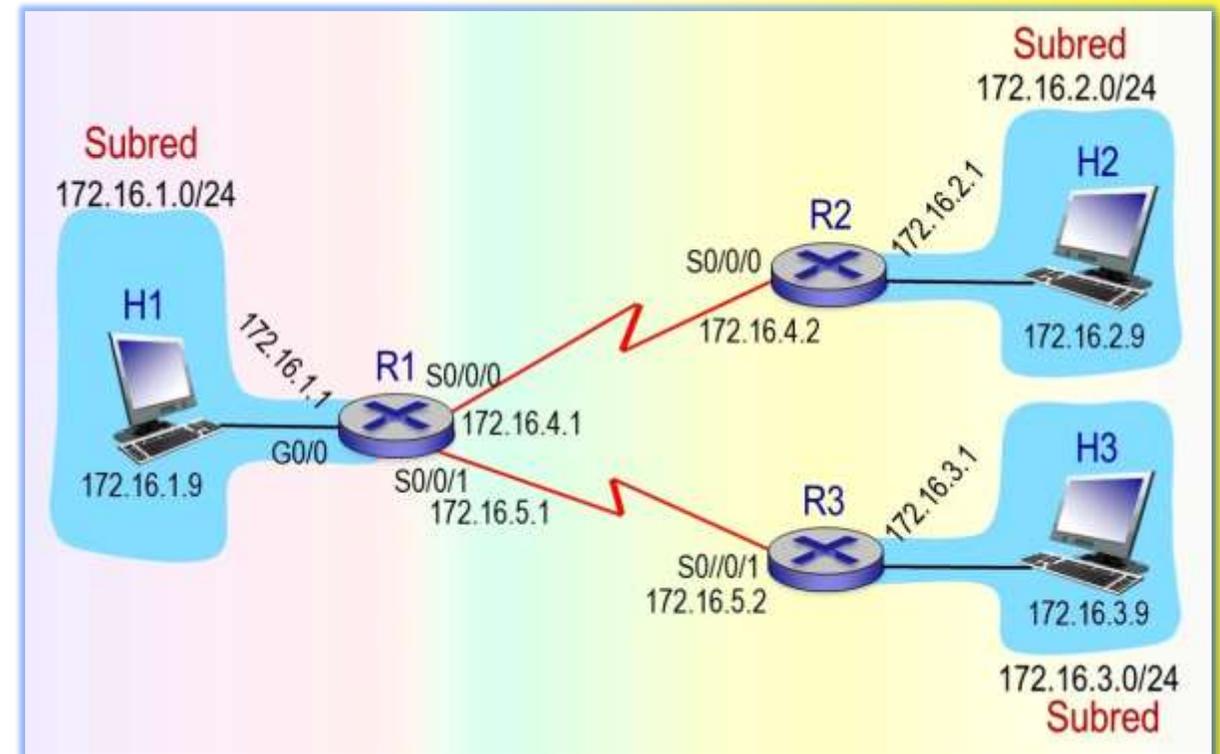
1. FUNDAMENTOS DEL ROUTING IP

CONCEPTOS BÁSICOS DE ROUTING IP

Comunicación entre subredes

(Huawei, 2020)

- **Ejemplo 1.** Normalmente, hay varias subredes IP en una red de computadoras típica (vea la figura).
- **Los routers** son necesarios para intercambiar datos entre estas subredes IP, tienen la capacidad de routing y pueden reenviar datos a través de subredes.
- **El routing** es el elemento básico de las redes de computadoras. Es el proceso de seleccionar rutas en una red a lo largo de las cuales se envían paquetes desde un origen hasta un destino.
- **Una dirección IP** identifica unívocamente a un nodo de una red. Cada dirección IP pertenece a una subred única, y cada subred puede pertenecer a un área diferente de la red. Estas subredes pueden ser distribuidas por todo el mundo y constituir una red global.
- **Para implementar** el direccionamiento IP, las subredes de diferentes áreas deben comunicarse entre sí.



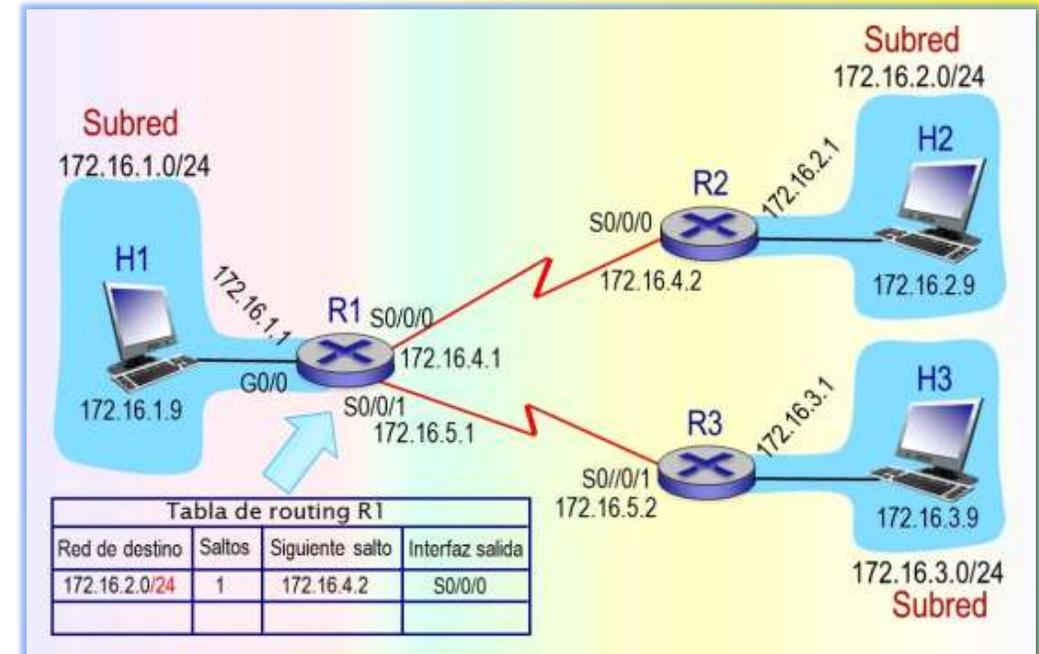
Fundamentos del routing IP

CONCEPTOS BÁSICOS DE ROUTING IP

Reenvío de paquetes basado en rutas

(Huawei, 2020)

- **Las rutas** son la información de rutas utilizada para guiar el reenvío de paquetes.
- **Un router** reenvía paquetes a una subred de destino según las rutas, y mantiene una **tabla de routing IP** que almacena información de routing.
- **► Ejemplo 2.** ¿Cómo se realiza el routing? Suponga que H1 (ver figura) quiere enviar un mensaje a H2. El router gateway R1 selecciona una ruta adecuada de acuerdo con la dirección de destino del paquete IP recibido y lo reenvía al siguiente router.
 - **✉ El (siguiente) router** selecciona la mejor ruta de su tabla de routing IP para reenviar paquetes.
 - **✉ Una entrada de routing** contiene una interfaz de salida específica y un siguiente salto, que se utilizan para reenviar paquetes IP al router de siguiente salto correspondiente.
 - **✉ El router de último salto** en la ruta realiza el redireccionamiento de capa 2 y reenvía el paquete al host de destino.
- **Este proceso** se denomina reenvío basado en rutas (router – base Forwarding).



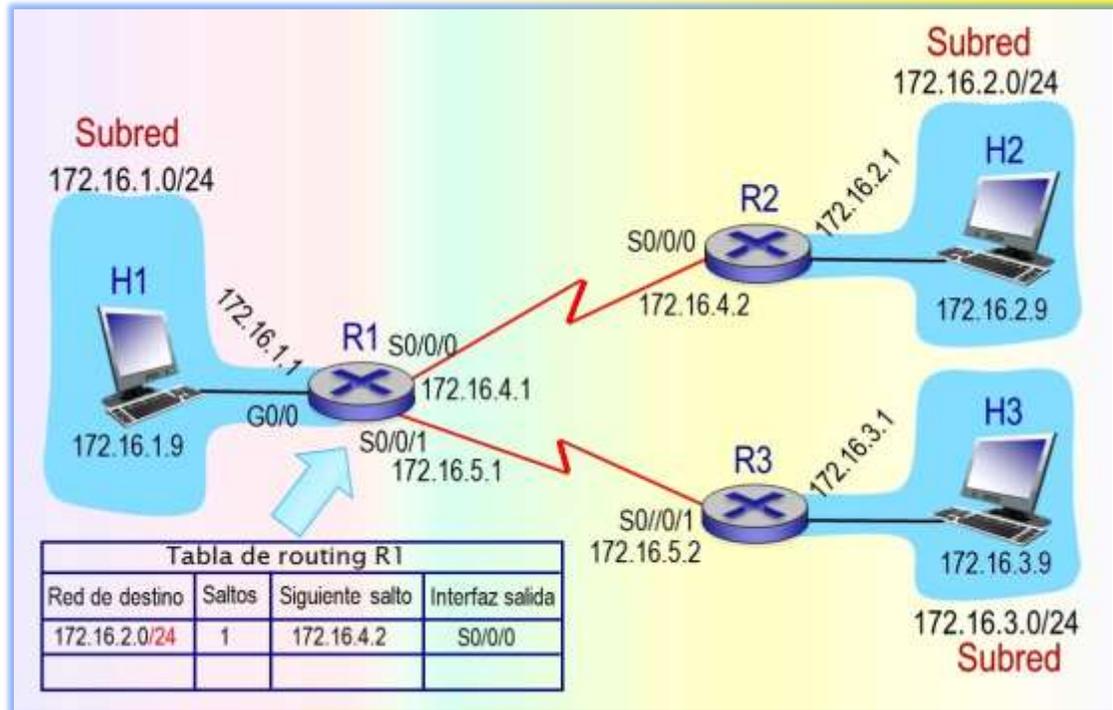
Fundamentos del routing IP

CONCEPTOS BÁSICOS DE ROUTING IP

Información de routing

(Huawei, 2020)

- **Una ruta** contiene la siguiente información que identifica la subred de destino y especifica la ruta para reenvío.
 - **Destino.** Identifica una subred de destino.
 - **Máscara.** Identifica una subred junto con una dirección IP de destino. En este ejemplo, la red de destino y la máscara /24 (255.255.255.0) se han puesto en el mismo campo.
 - **Siguiente salto (Next hop)** Indica la dirección de siguiente salto utilizada por el router para reenviar el paquete de datos a la subred de destino.
 - **Interfaz de salida.** Indica la interfaz a través de la cual se envía un paquete de datos desde el router local.
- **Con base** a la información contenida en una ruta, un router puede reenviar paquetes IP al destino a lo largo de la ruta requerida.
- **El router de siguiente salto** para el reenvío del paquete IP no se puede determinar solo con la interfaz de salida; se debe especificar la dirección IP del router del siguiente salto.



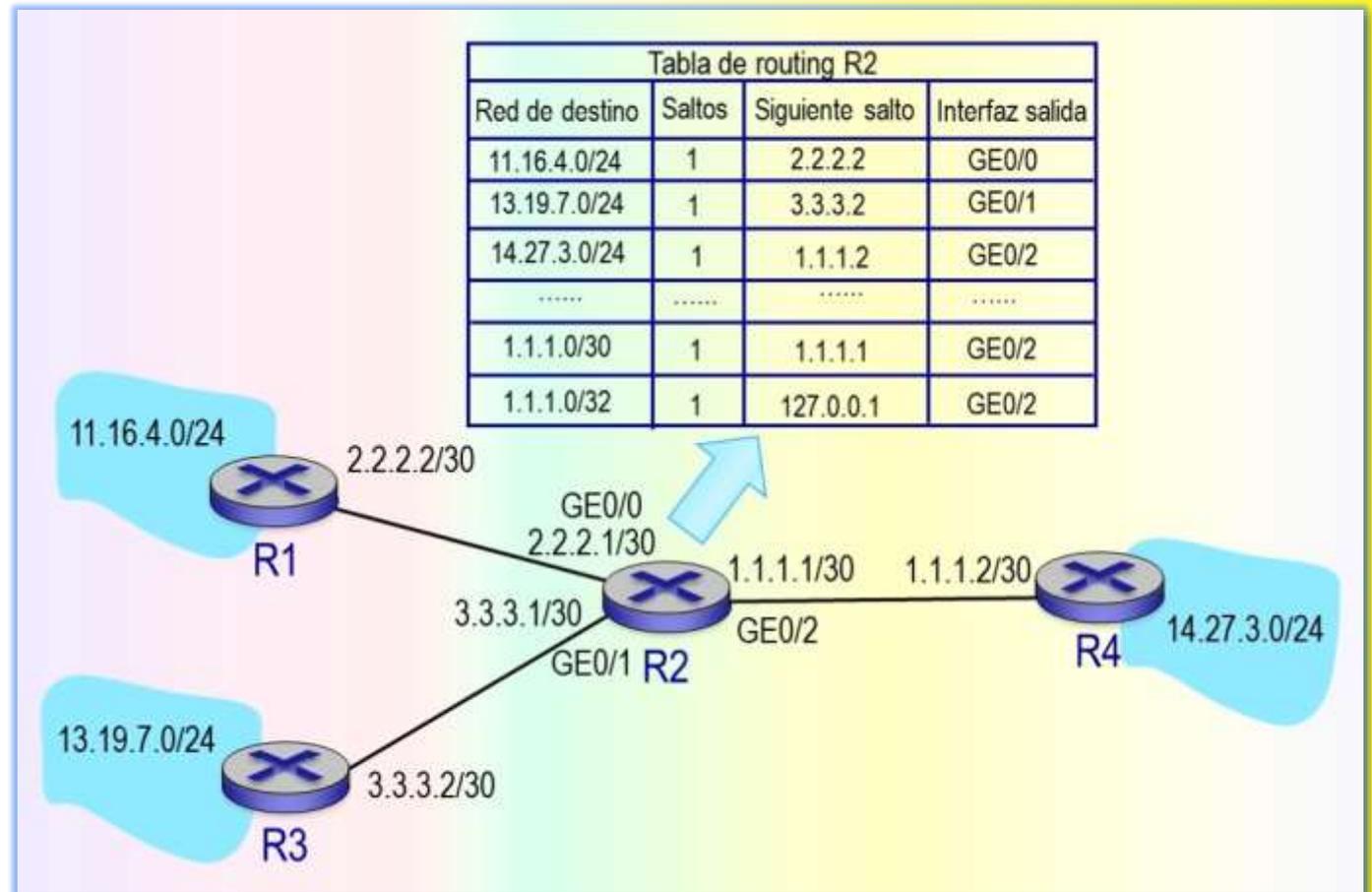
Fundamentos del routing IP

CONCEPTOS BÁSICOS DE ROUTING IP

Tabla de routing IP

(Huawei, 2020)

- ▶ **Ejemplo 3.** ¿Cómo el router realiza el reenvío?
 - ▶ El router detecta rutas utilizando múltiples métodos.
 - ▶ El router detecta y selecciona la ruta óptima y la instala en su tabla de routing IP (vea la figura). La tabla de routing IP contiene muchas entradas de routing, casi todas ellas rutas óptimas.
 - ▶ El router reenvía los paquetes IP según las rutas de la tabla de routing IP.
 - ▶ El router gestiona la información de rutas gestionando las entradas de routing en su tabla de routing IP.



Fundamentos del routing IP

CONCEPTOS BÁSICOS DE ROUTING IP

Ejemplo de routing IP

- **Ejemplo 4.** Una de las funciones principales de los routers es determinar la mejor ruta para enviar paquetes. Para ello, buscan en su tabla de routing una dirección de red que coincida con la dirección IP de destino del paquete. Con base a la ruta que se ha establecido según la figura, escriba la información que tienen las tablas de routing de los routers, considerando que se envían paquetes de datos desde H1 hasta H2.

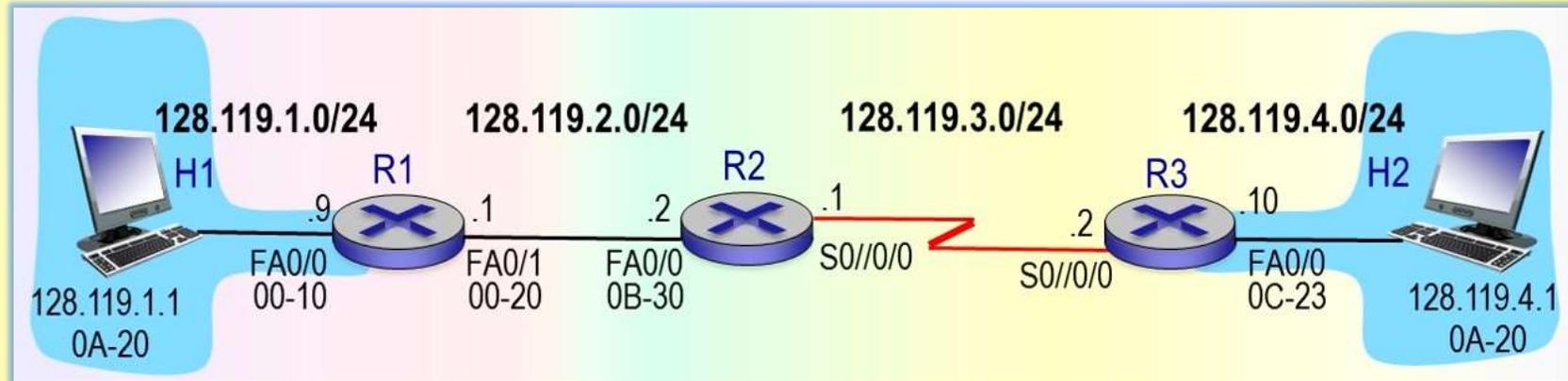


Tabla de routing R1			
Red de destino	Saltos	Siguiente salto	Interfaz salida
128.119.4.0/24	2	128.119.2.2	00-20

Tabla de routing R2			
Red de destino	Saltos	Siguiente salto	Interfaz salida
128.119.4.0/24	1	128.119.3.2	S0/0/0

Tabla de routing R3			
Red de destino	Saltos	Siguiente salto	Interfaz salida
128.119.4.0/24	0	128.119.4.1	0c-23

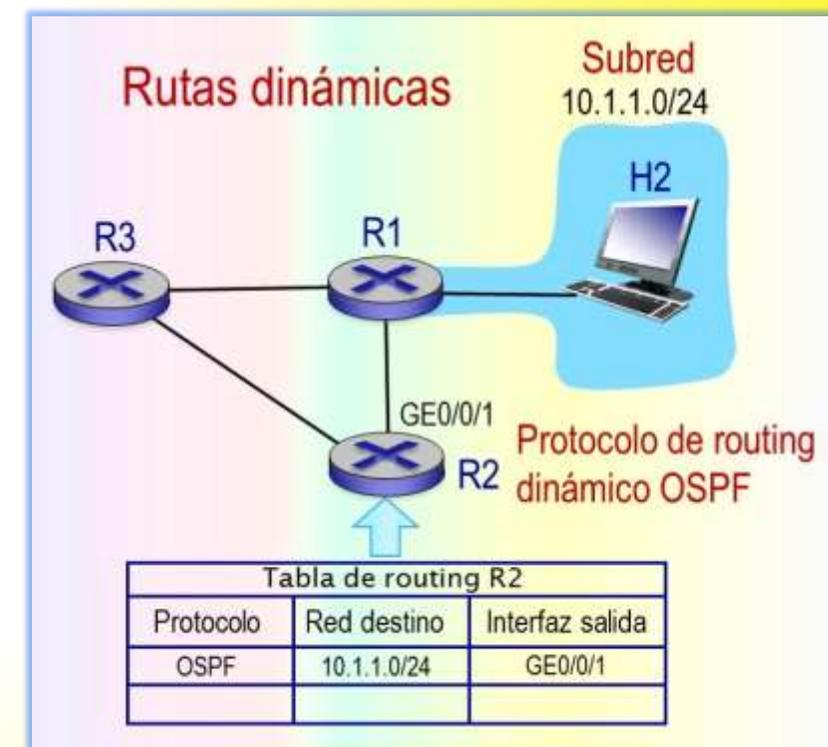
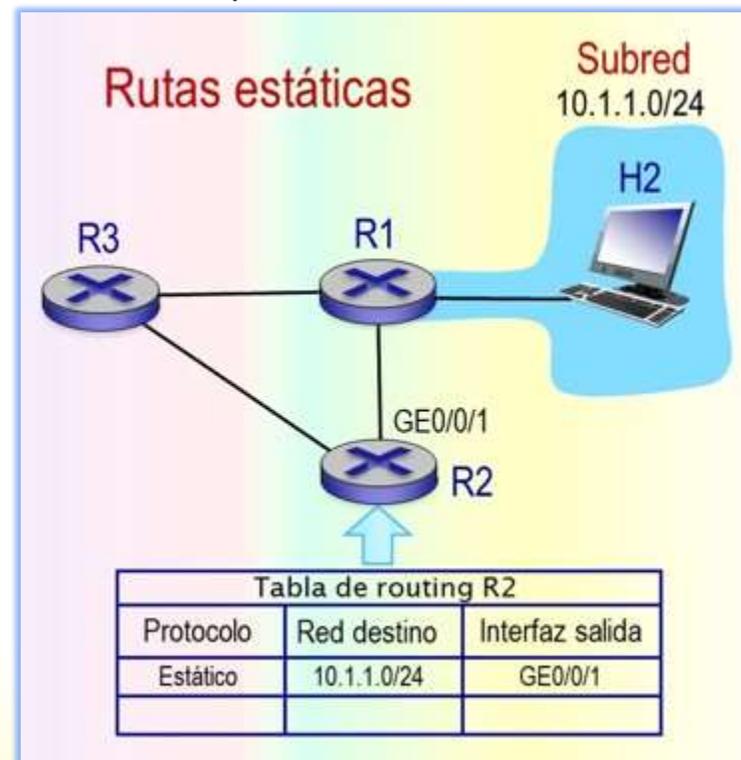
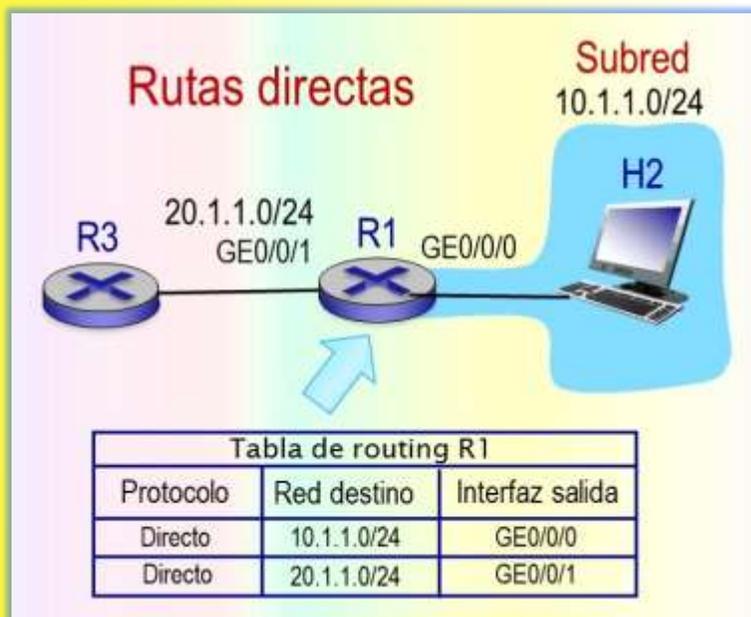
Fundamentos del routing IP

CONCEPTOS BÁSICOS DE ROUTING IP

Generación de entradas de routing

(Huawei, 2020)

- Un **router** reenvía paquetes basándose en su tabla de routing IP. Para implementar el reenvío de paquetes basado en routing, el router necesita obtener rutas; existen tres métodos para ello.



- **1. Rutas directas.** Son generadas automáticamente por los routers y apuntan a redes locales directamente conectadas.

- **2. Rutas estáticas.** Los administradores de red configuran manualmente las rutas estáticas.

- **3. Rutas dinámicas.** Se aprenden a través de protocolos de routing dinámicos que se ejecutan en routers, como OSPF, IS-IS y BGP.

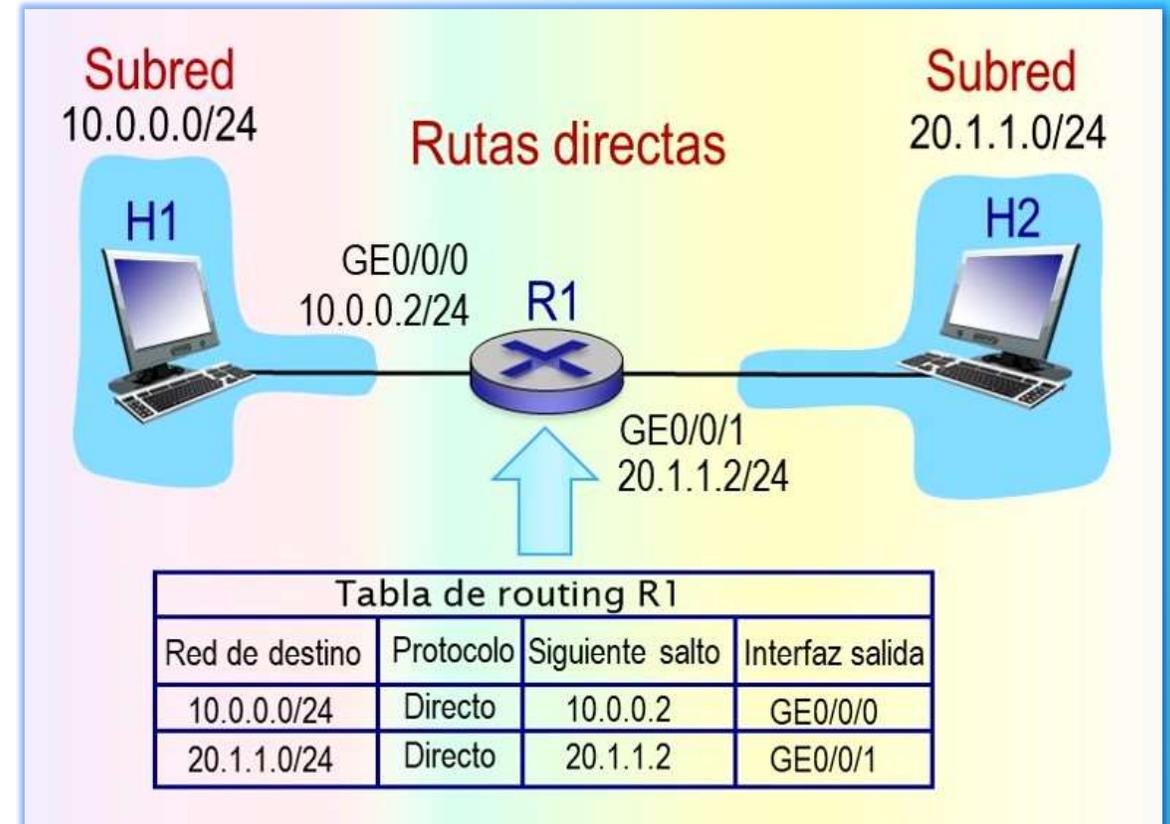
2. ROUTING DIRECTO

CONCEPTOS BÁSICOS DE ROUTING IP

Routing directo

(Huawei, 2020)

- **Ejemplo 5.** Una ruta directa es generada automáticamente por un router y apunta a una red local directamente conectada (vea la figura).
- **Cuando un paquete** coincide con una ruta directa, un router comprueba sus entradas de acceso directo y envía el paquete a la dirección de destino basándose en la entrada de acceso directo de esta dirección de destino. En este caso, el router es el último router de salto.
- **La subred de destino** de una ruta directa es la subred a la que pertenece el interfaz de salida del router local. Por lo tanto, la dirección de siguiente salto de una ruta directa en la tabla de routing es la dirección de la interfaz de salida local.
- **Cuando un router** reenvía paquetes mediante una ruta directa, no entrega paquetes al siguiente salto. En su lugar, el router comprueba sus entradas de ARP y reenvía paquetes a la dirección IP de destino, basándose en la entrada de ARP requerida.



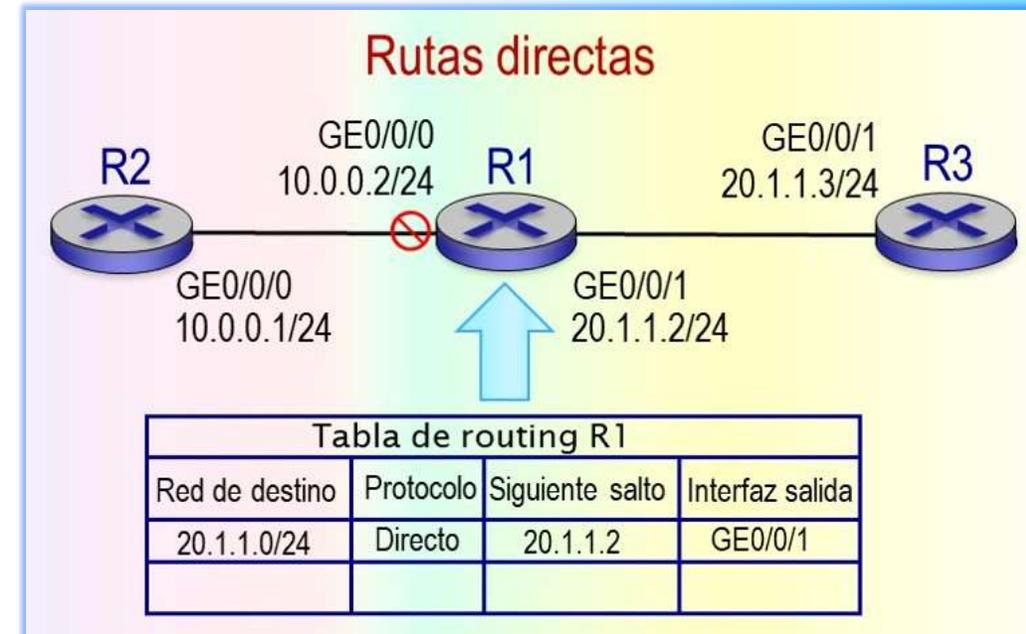
Routing directo

CONCEPTOS BÁSICOS DE ROUTING IP

Routing directo (cont.)

(Huawei, 2020)

- **No todas las rutas** directas generadas para las interfaces se instalan en la tabla de routing IP.
- **En la tabla de routing IP** solo se instalan las rutas directas cuyo estado físico y estado de protocolo de las interfaces están activos.

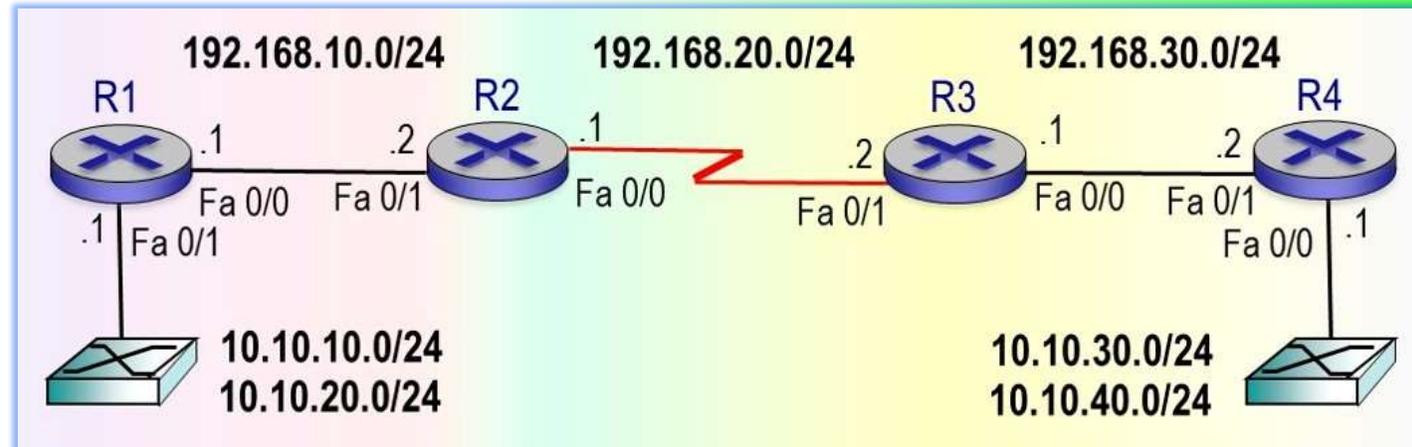


3. ROUTING ESTÁTICO

CONCEPTOS BÁSICOS DE ROUTING IP

Inicia el routing directo automático

- ▶ **Ejemplo 6.** Los administradores de red configuran manualmente las rutas estáticas. Para entender las rutas estáticas, se va a utilizar el ejemplo de la figura.
- **Se tienen** cuatro routers. Entre ellos hay tres redes /24 que se interconectan:
 - ▶ 192.168.10.0 /24 – Entre los R1 y R2.
 - ▶ 192.168.20.0 /24 – Entre R2 y R3.
 - ▶ 192.168.30.0 /24 – Entre R3 y R4.
 - ▶ Hay también dos redes LAN conectadas a R1 y otras dos redes LAN conectadas a R4.
- **De manera automática** cada uno de los routers va a conocer las redes que tiene directamente conectadas (routing directo), así que las tablas de routing, en principio, serían:



Protocolo	Red destino	Interfaz salida
Directo	192.168.10.0/24	Fa 0/0
Directo	10.10.10.0/24	Fa 0/1
Directo	10.10.20.0/24	Fa 0/1

Protocolo	Red destino	Interfaz salida
Directo	192.168.20.0/24	Fa 0/1
Directo	192.168.30.0/24	Fa 0/0

Protocolo	Red destino	Interfaz salida
Directo	192.168.10.0/24	Fa 0/1
Directo	192.168.20.0/24	Fa 0/0

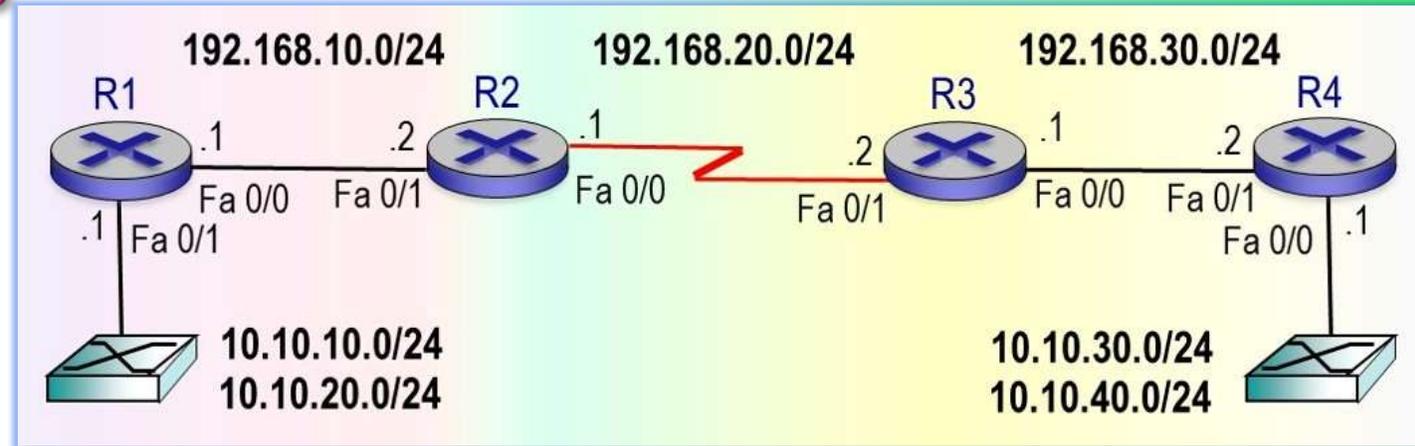
Protocolo	Red destino	Interfaz salida
Directo	192.168.30.0/24	Fa 0/1
Directo	10.10.30.0/24	Fa 0/0
Directo	10.10.40.0/24	Fa 0/0

Routing estático

CONCEPTOS BÁSICOS DE ROUTING IP

Análisis del routing directo automático

- **Se nota** que con las tablas de routing actuales es imposible para un host en la red 10.10.10.0/24, enviar un paquete para un host en la red 10.10.30.0/24.
- **Este paquete**, cuando llegue a R1 va a ser descartado, ya que R1 no tiene ruta para la red 10.10.30.0/24.
- **Ahí se ve** un concepto importante: "cuando el router no tiene ruta para el destino de un paquete, directamente lo descarta".
- **Ahora**, ¿cómo se hará para que el amigo de la red 10.10.10.0/24 pueda llegar hasta la red 10.10.30.0/24?
¡Se crearán rutas estáticas para las redes!
- **Sin embargo**, para crear las rutas estáticas hay que tener un pleno conocimiento de la red y las rutas tienen que ser agregadas de manera manual por todo el camino, lo que hace que esta solución no sea muy escalable.
- **Entonces**, a crear las rutas para que puedan intercambiar paquetes las redes 10.10.10.0/24 y 10.10.30.0/24.



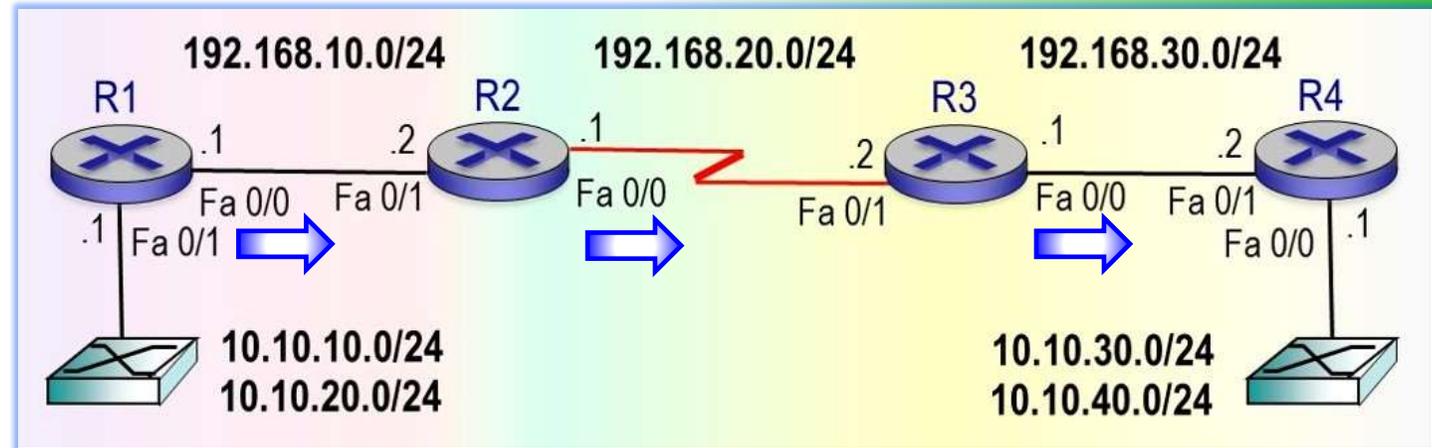
Protocolo	Red destino	Interfaz salida
Directo	192.168.10.0/24	Fa 0/0
Directo	10.10.10.0/24	Fa 0/1
Directo	10.10.20.0/24	Fa 0/1

Routing estático

CONCEPTOS BÁSICOS DE ROUTING IP

Routing estático - Ida

- **Ejemplo 7. La pregunta** que se tiene que hacer es: ¿por dónde tiene que salir el paquete que llega a R1, si el destino es la red 10.10.30.0/24? La respuesta sería por la interface Fa 0/0.
- **Se llega** así al router R2, y se vuelve a hacer la misma pregunta: ¿por dónde tiene que salir el paquete que llega a R2, si el destino es la red 10.10.30.0/24? La respuesta es la misma, por la interface Fa 0/0.
- **Se llega** así al router R3, y se vuelve a hacer la misma pregunta: ¿por dónde tiene que salir el paquete que llega a R3, si el destino es la red 10.10.30.0/24? La respuesta es la misma, por la interface Fa 0/0.



Routing estático

CONCEPTOS BÁSICOS DE ROUTING IP

Routing estático – Ida (cont.)

- **Finalmente** se llega al router R4 y ahí ya se tiene el camino para la red 10.10.30.0/24, ya que está directamente conectada.
- **¿Cómo quedan** las tablas de routing después de todo esto?

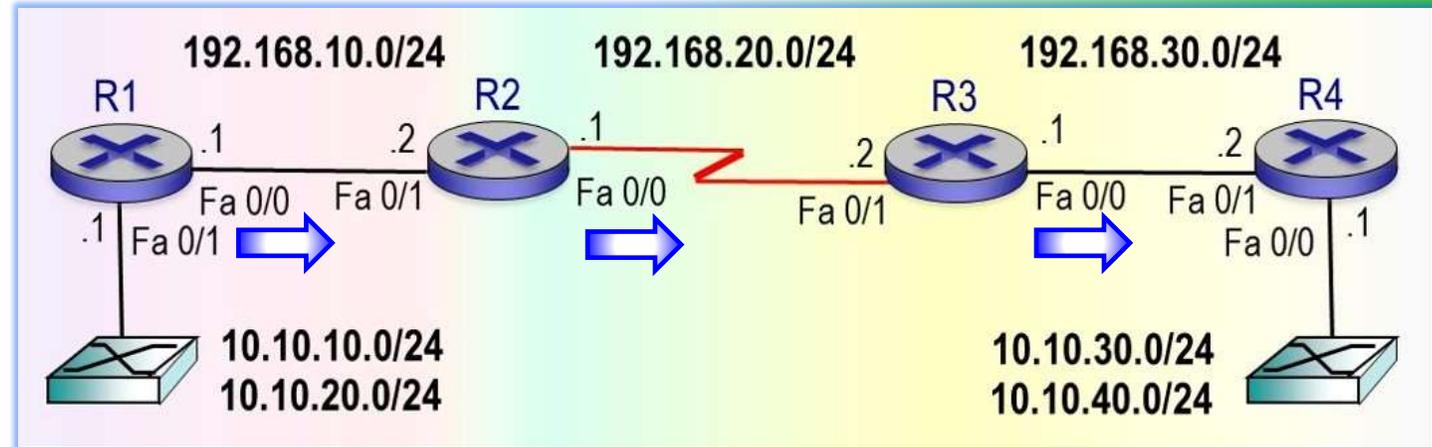


Tabla de routing R1

Protocolo	Red destino	Interfaz salida
Directo	192.168.10.0/24	Fa 0/0
Directo	10.10.10.0/24	Fa 0/1
Directo	10.10.20.0/24	Fa 0/1
Estático	10.10.30.0/24	Fa 0/0

Tabla de routing R2

Protocolo	Red destino	Interfaz salida
Directo	192.168.10.0/24	Fa 0/1
Directo	192.168.20.0/24	Fa 0/0
Estático	10.10.30.0/24	Fa 0/0

Tabla de routing R3

Protocolo	Red destino	Interfaz salida
Directo	192.168.20.0/24	Fa 0/1
Directo	192.168.30.0/24	Fa 0/0
Estático	10.10.30.0/24	Fa 0/0

Tabla de routing R4

Protocolo	Red destino	Interfaz salida
Directo	192.168.30.0/24	Fa 0/1
Directo	10.10.30.0/24	Fa 0/0
Directo	10.10.40.0/24	Fa 0/0

Routing estático

CONCEPTOS BÁSICOS DE ROUTING IP

Routing estático – Retorno (cont.)

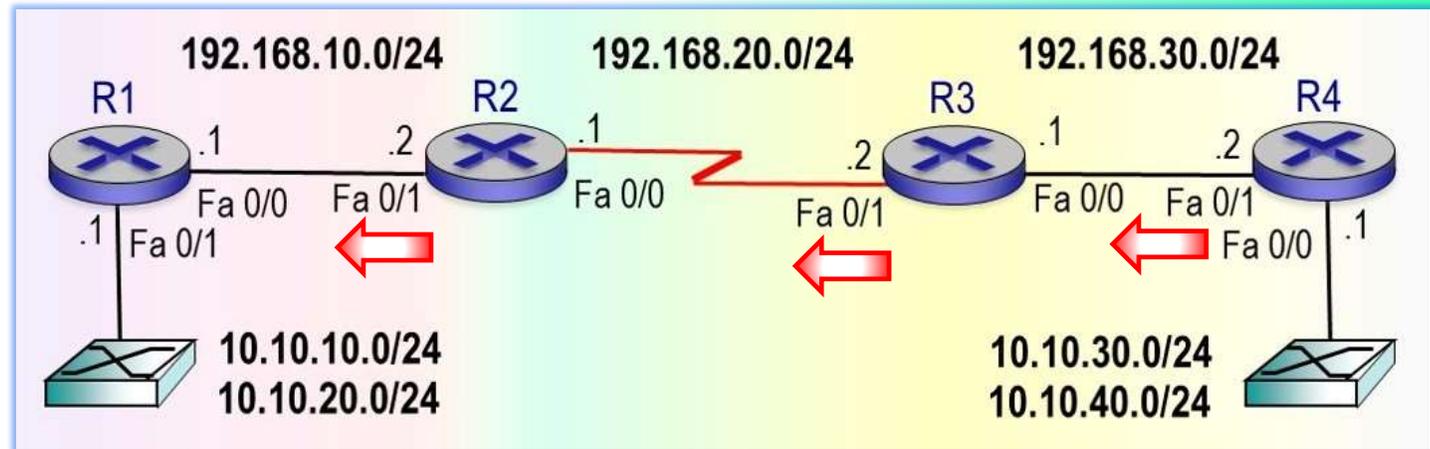
- **Finalmente** se llega a R1 y ahí ya se tiene el camino para la red 10.10.10.0/24, ya que está directamente conectada.
- **¿Cómo quedan** las tablas de routing después de todo esto?

Protocolo	Red destino	Interfaz salida
Directo	192.168.10.0/24	Fa 0/0
Directo	10.10.10.0/24	Fa 0/1
Directo	10.10.20.0/24	Fa 0/1
Estático	10.10.30.0/24	Fa 0/0

Protocolo	Red destino	Interfaz salida
Directo	192.168.10.0/24	Fa 0/1
Directo	192.168.20.0/24	Fa 0/0
Estático	10.10.30.0/24	Fa 0/0
Estático	10.10.10.0/24	Fa 0/1

Protocolo	Red destino	Interfaz salida
Directo	192.168.20.0/24	Fa 0/1
Directo	192.168.30.0/24	Fa 0/0
Estático	10.10.30.0/24	Fa 0/0
Estático	10.10.10.0/24	Fa 0/1

Protocolo	Red destino	Interfaz salida
Directo	192.168.30.0/24	Fa 0/1
Directo	10.10.30.0/24	Fa 0/0
Directo	10.10.40.0/24	Fa 0/0
Estático	10.10.10.0/24	Fa 0/1



- **Ahora las redes** 10.10.10.0/24 y 10.10.30.0/24 están totalmente conectadas y cualquier host que pertenezca a una de las dos redes va a poder hablar con un host en la otra red sin problemas.

Routing estático

CONCEPTOS BÁSICOS DE ROUTING IP

Routing estático en la práctica

- **Ejemplo 9.** ¿Qué comandos se tendrían que aplicar en los cuatro routers para que el ejemplo pueda funcionar? Vea el ejemplo la configuración para la última entrada de la Tabla de routing del router R1.

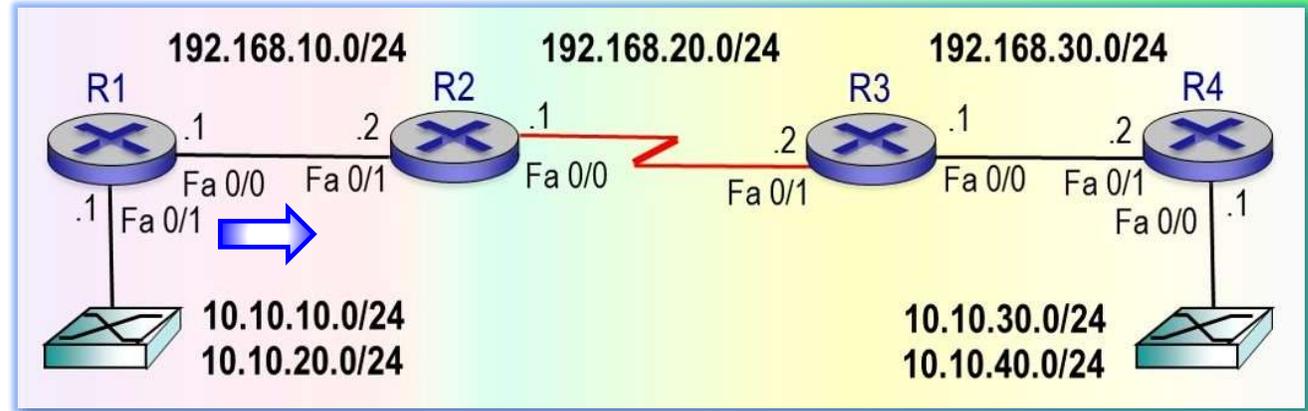


Tabla de routing R1		
Protocolo	Red destino	Interfaz salida
Directo	192.168.10.0/24	Fa 0/0
Directo	10.10.10.0/24	Fa 0/1
Directo	10.10.20.0/24	Fa 0/1
Estático	10.10.30.0/24	Fa 0/0

Router R1

```
Router1# enable
```

```
Router1# Configure Terminal
```

```
Router1 (config)# ip route 10.10.30.0 255.255.255.0 192.168.10.2
```

► 10.10.30.0 es la IP de la red de destino

► 255.255.255.0 es la máscara para la red de destino (equivalente a /24 en notación CIDR)

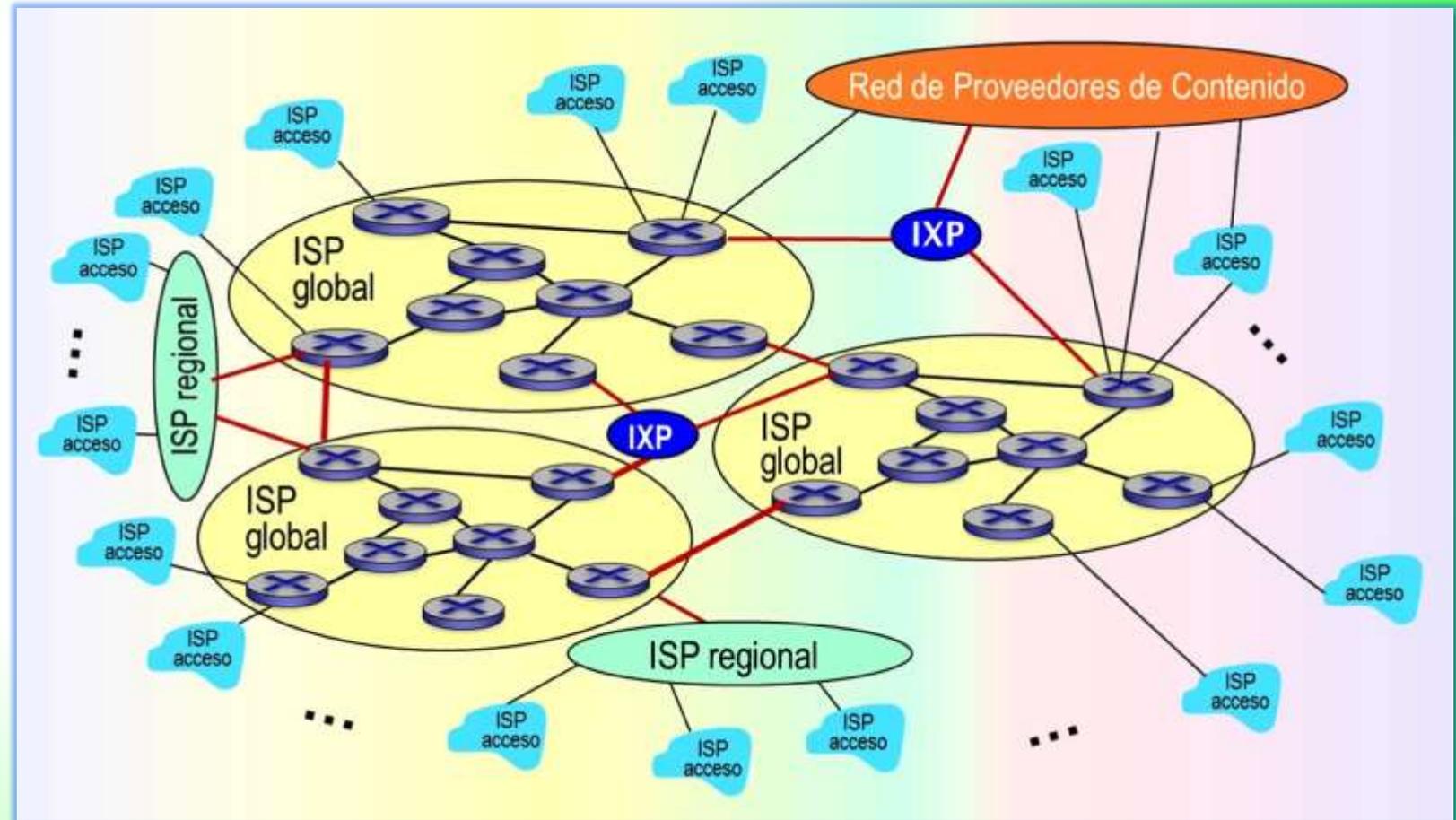
► 192.168.10.2 es la IP para donde el paquete tiene que ser enviado (equivalente a Fa 0/0, es en realidad la IP del puerto Fa 0/1 del router R2)

Routing estático

CONCEPTOS BÁSICOS DE ROUTING IP

El routing estático no es escalable

- **Note** que es un proceso repetitivo, y puede que parezca obvio, ya que en el ejemplo se tiene solamente un camino posible. Imagine el mismo en una red que sea un poco más compleja.
- **Queda muy claro** porque este modelo de rutas estáticas no es muy escalable.

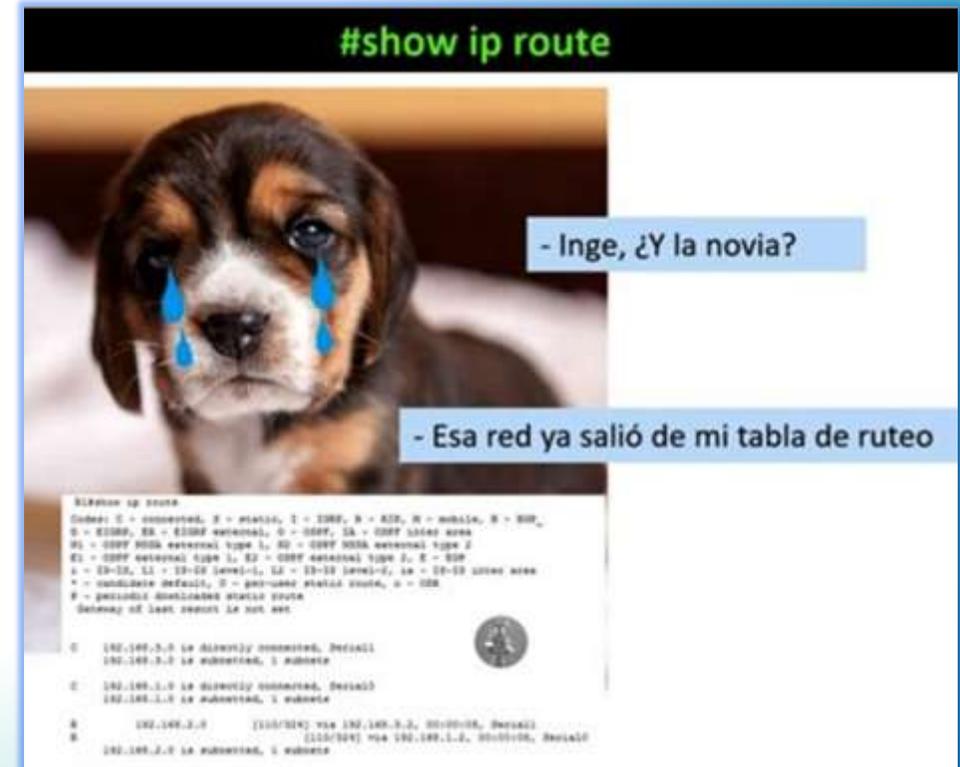


RESUMEN Y PREGUNTAS

¿QUÉ ES INTERNET?

Resumen y preguntas de repaso

- **Resumen.** En esta presentación, se hace una descripción de cómo un router reenvía paquetes basándose en su tabla de routing IP. Para implementar el reenvío de paquetes basado en routing, el router necesita obtener rutas; existen tres métodos para ello: el routing directo (configurado automáticamente), el routing estático (configurado manualmente por el administrador de la red) y el routing dinámico (configurado por algoritmos de routing). Este último método se analizará en la siguiente presentación.
- **P1. ¿Qué información** contiene una ruta para identificar la subred de destino y especificar la ruta para reenvío?
- **P2. ¿Cuáles son** los tres métodos existentes para la generación de entradas de routing de una tabla de reenvío?
- **P3. ¿Por qué** se dice que el routing estático no es escalable?



Referencias bibliográficas

CONCEPTOS BÁSICOS DE ROUTING

Referencias bibliográficas

- CISCO (2015). *CCNA Routing and Switching. Introduction to Networks*. CISCO.
- CISCO (2016). *Introducción a las redes*. Madrid: Pearson Education, S.A.
- Forouzan, B. A. (2020). *Transmisión de datos y redes de comunicaciones*. Madrid: McGraw-Hill.
- Huawei Technologies (2020). *Basics of data communication networks*. Huawei.
- Kurose, J. Keith, R. (2017). *Redes de computadoras: un enfoque descendente*. Madrid: Pearson Education, S.A.

FIN

Tema 2 de:
ROUTING IP

Edison Coimbra G.