



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

División Académica de Informática y Sistemas

UJAT

MATERIA:

Redes

CAPITULO V CAPA DE RED DE OSI

LIC. EN INFORMÁTICA ADMINISTRATIVA

ALUMNOS:

Manuel Gamas Díaz
Lorena León Guillermo

4º SEMESTRE GRUPO "B"

CUNDUACÁN , TABASCO. MARZO 19 DEL 2009

Capa de Red: comunicación de host a host

La Capa de red o Capa 3 de OSI provee servicios para intercambiar secciones de datos individuales a través de la red entre dispositivos finales identificados.

Para realizar este transporte de extremo a extremo la Capa 3 utiliza cuatro procesos básicos:

- direccionamiento,
- encapsulamiento,
- enrutamiento , y
- desencapsulamiento.



Direccionamiento

Primero, la Capa de red debe proveer un mecanismo para direccionar estos dispositivos finales.

Encapsulación

Segundo, la capa de Red debe proveer encapsulación. Los dispositivos no deben ser identificados sólo con una dirección;

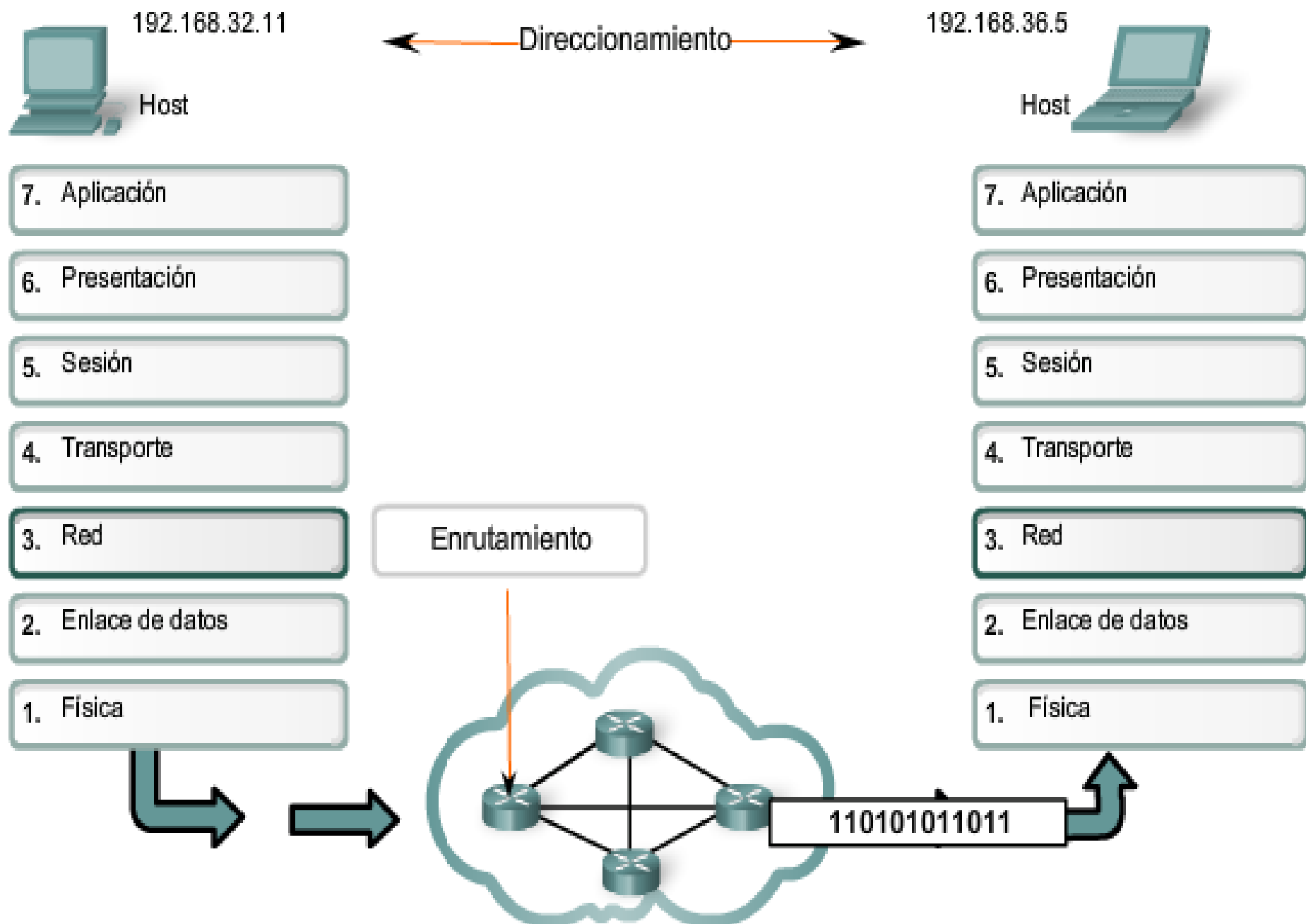
Enrutamiento

La función del router es seleccionar las rutas y dirigir paquetes hacia su destino. A este proceso se lo conoce como enrutamiento.

Desencapsulamiento

Finalmente, el paquete llega al host destino y es procesado en la Capa 3. El host examina la dirección de destino para verificar que el paquete fue direccionado a ese dispositivo. Si la dirección es correcta, el paquete es desencapsulado por la capa de Red y la PDU de la Capa 4 contenida en el paquete pasa hasta el servicio adecuado en la capa de Transporte

Los protocolos de la capa de Red reenvían las PDU de la capa de Transporte encapsuladas entre hosts



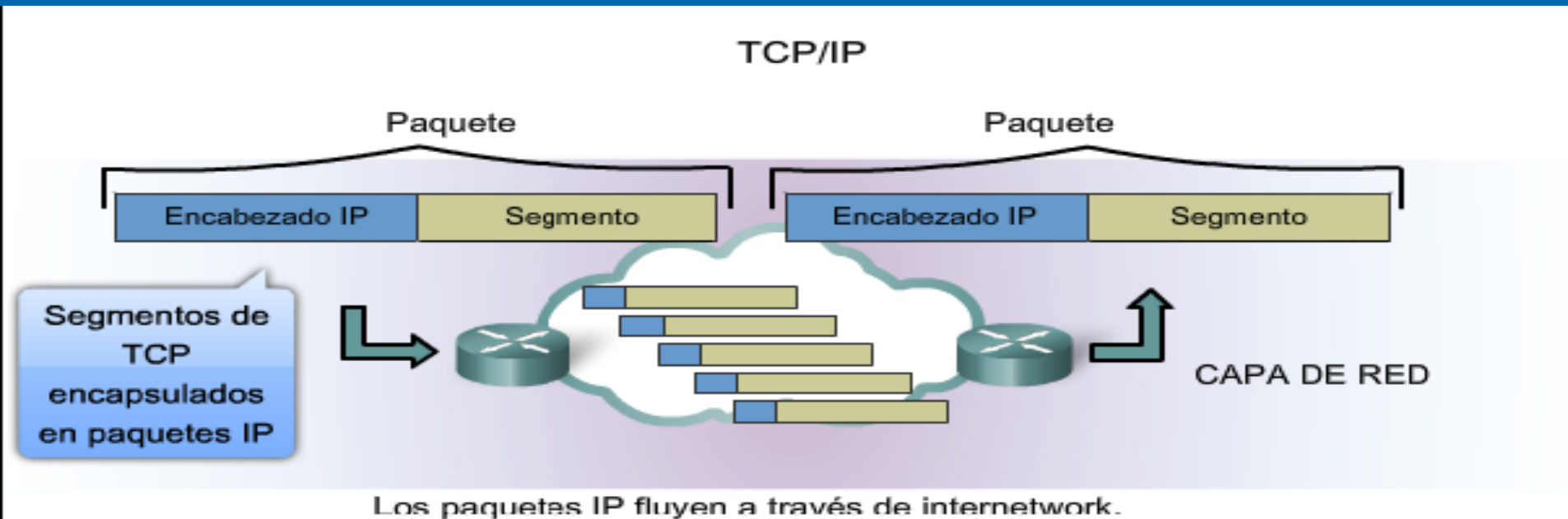
Protocolos de capa de Red

Los protocolos implementados en la capa de Red que llevan datos del usuario son:

- versión 4 del Protocolo de Internet (IPv4),
- versión 6 del Protocolo de Internet (IPv6),
- intercambio Novell de paquetes de internetwork (IPX),
- AppleTalk, y
- servicio de red sin conexión (CLNS/DECNet).

Protocolo IPv4: Ejemplo de protocolo de capa de Red

La versión 4 de IP (IPv4) es la versión de IP más ampliamente utilizada. Es el único protocolo de Capa 3 que se utiliza para llevar datos de usuario a través de Internet. Por lo tanto, será el ejemplo que usamos para protocolos de capa de Red en este curso



- Sin conexión: sin establecimiento de conexión en forma previa al envío de paquetes de datos.
- Mejor intento (no confiable): sin sobrecarga para garantizar la entrega de paquetes.
- Independiente de los medios: funciona en forma independiente de los medios que transportan los datos.

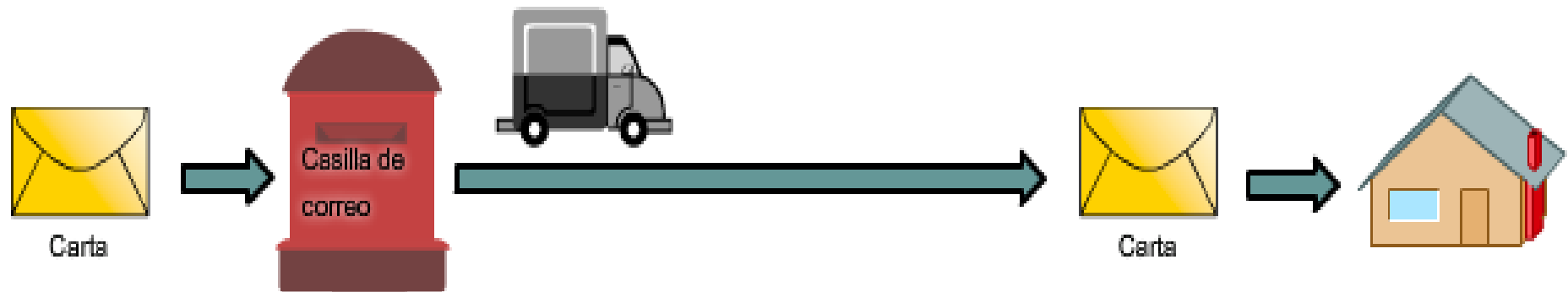
Protocolo IPv4: Sin conexión

Servicio sin conexión

Un ejemplo de comunicación sin conexión es enviar una carta a alguien sin notificar al receptor con anticipación. Como se muestra en la figura, el servicio postal aún lleva la carta y la entrega al receptor. Las comunicaciones de datos sin conexión funcionan en base al mismo principio. Los paquetes IP se envían sin notificar al host final que están llegando.



Comunicación sin conexión



Se envió una **carta**.

El emisor no sabe:

- si el receptor está presente
- si llegó la carta
- si el receptor puede leer la carta

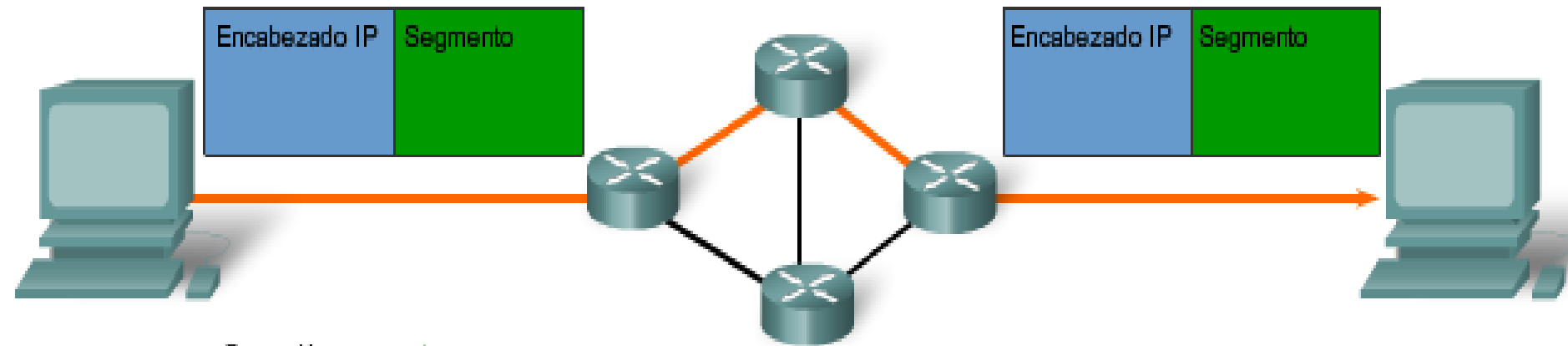
El receptor no sabe:

- cuándo llegará

RUTAS POSTALES

REDES DE DATOS

Comunicación sin conexión



El emisor no sabe:

- si el receptor está presente
- si llegó el paquete
- si el receptor puede leer el paquete

El receptor no sabe:

- cuándo llegará

RUTAS POSTALES

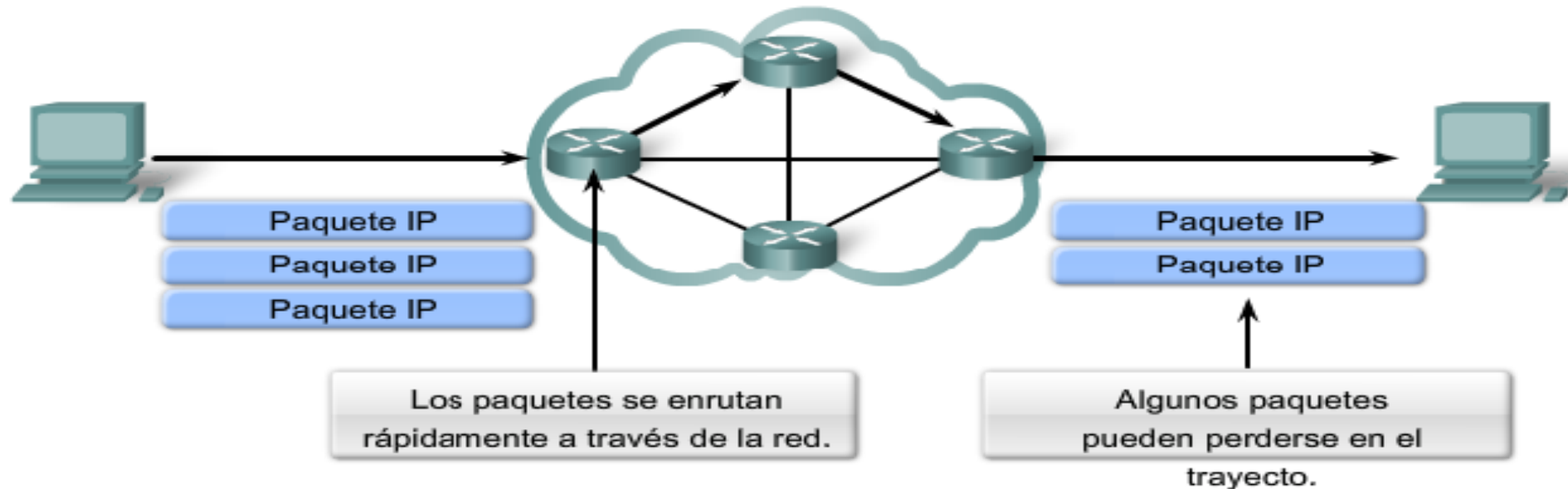
REDES DE DATOS

Protocolo IPv4: Mejor intento

Servicio de mejor intento (no confiable)

No confiable significa simplemente que IP no tiene la capacidad de administrar ni recuperar paquetes no entregados o corruptos.

Mejor intento



Al ser un protocolo no confiable de capa de Red, IP no garantiza la recepción de todos los paquetes enviados.

Otros protocolos administran el proceso de seguimiento de paquetes y garantizan su entrega.

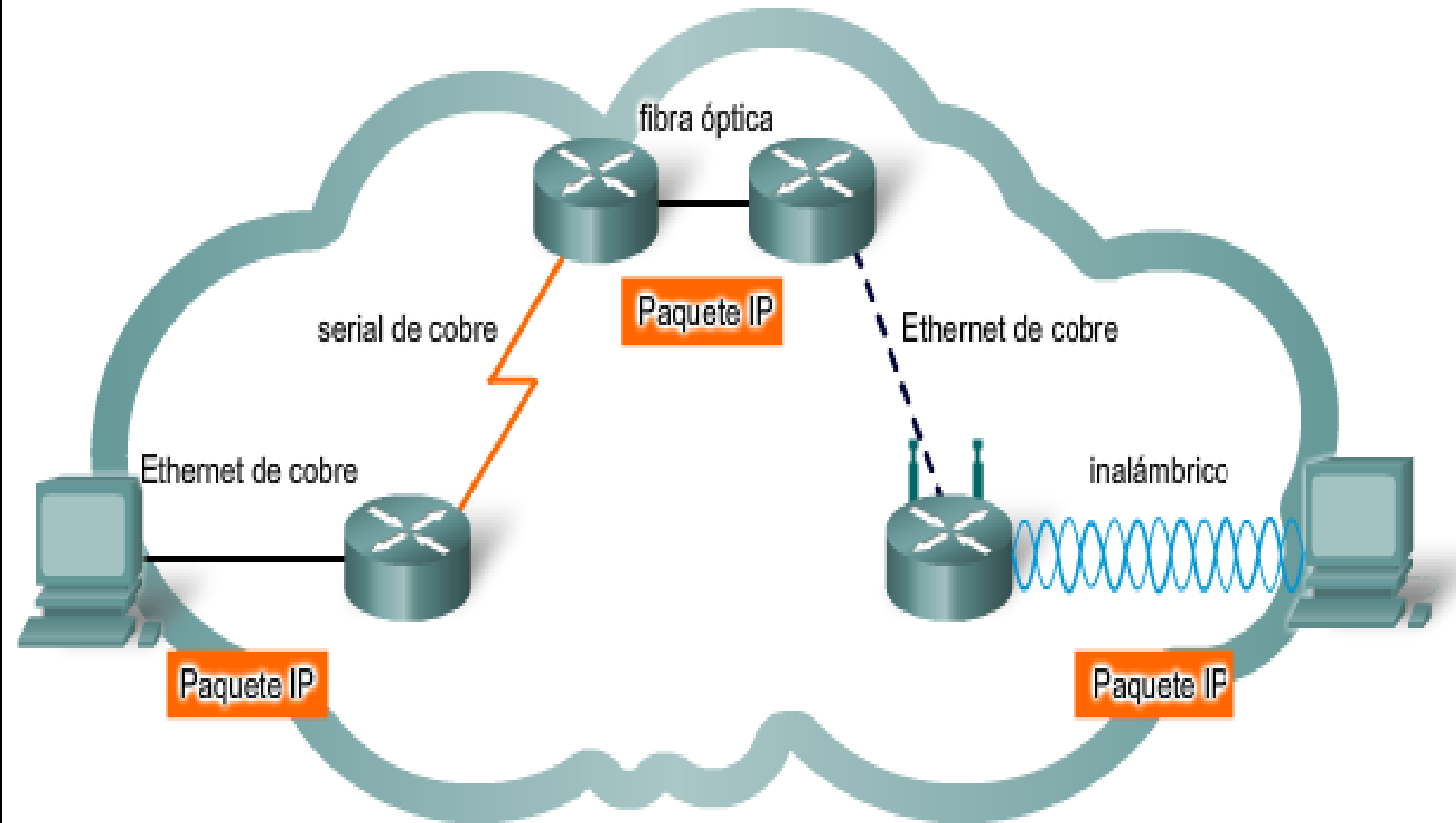
Protocolo IPv4: Independiente de los medios

Independiente de los medios

La capa de Red tampoco está cargada con las características de los medios mediante los cuales se transportarán los paquetes. IPv4 y IPv6 operan independientemente de los medios que llevan los datos a capas inferiores del stack del protocolo. Como se muestra en la figura, cualquier paquete IP individual puede ser comunicado eléctricamente por cable, como señales ópticas por fibra, o sin cables como las señales de radio.



Independencia de medios



Los paquetes IP pueden trasladarse a través de diferentes medios.

Protocolo IPv4: Empaquetado de la PDU de la capa de Transporte

El proceso de encapsular datos por capas permite que los servicios en las diferentes capas se desarrollen y escalen sin afectar otras capas.

Generación de paquetes IP

Encapsulación de la capa de Transporte



PDU de la capa de Transporte

La **capa de Transporte** agrega un encabezado para que puedan incluirse los segmentos y vuelvan a ordenarse en el destino.

1

2

3

Generación de paquetes IP

Encapsulación de la capa de Transporte

Encabezado del
segmento

Datos

Encapsulación de la capa de Red

Encabezado IP

PDU de la capa de Transporte

PDU de la capa de Red

La **capa de Red** agrega un encabezado para que puedan enrutarse los paquetes a través de redes complejas y lleguen a destino.

1

2

3

Generación de paquetes IP

Encapsulación de la capa de Transporte

Encabezado del
segmento

Datos

Encapsulación de la capa de Red

Encabezado IP

PDU de la capa de Transporte

Paquete IP

En **redes basadas en TCP/IP**, la PDU de la capa de Red es el **paquete IP**.

1

2

3

Encabezado del paquete IPv4

Campos IPv4 de encabezados clave

Coloque el cursor sobre cada campo en el gráfico para ver su propósito.

Dirección IP destino

El campo de Dirección IP destino contiene un valor binario de 32 bits que representa la dirección de host de capa de red de destino del paquete.

Dirección IP origen

El campo de Dirección IP origen contiene un valor binario de 32 bits que representa la dirección de host de capa de red de origen del paquete.

Tiempo de vida

El tiempo de vida (TTL) es un valor binario de 8 bits que indica el tiempo remanente de "vida" del paquete.

Protocolo

Este valor binario de 8 bits indica el tipo de relleno de carga que el paquete traslada.

Tipo de servicio

El campo de tipo de servicio contiene un valor binario de 8 bits que se usa para determinar la prioridad de cada paquete.

Desplazamiento de fragmentos

un router puede tener que fragmentar un paquete cuando lo envía desde un medio a otro medio que tiene una MTU más pequeña.

Señalizador de No Fragmentar

El señalizador de No Fragmentar (DF) es un solo bit en el campo del señalizador que indica que no se permite la fragmentación del paquete.



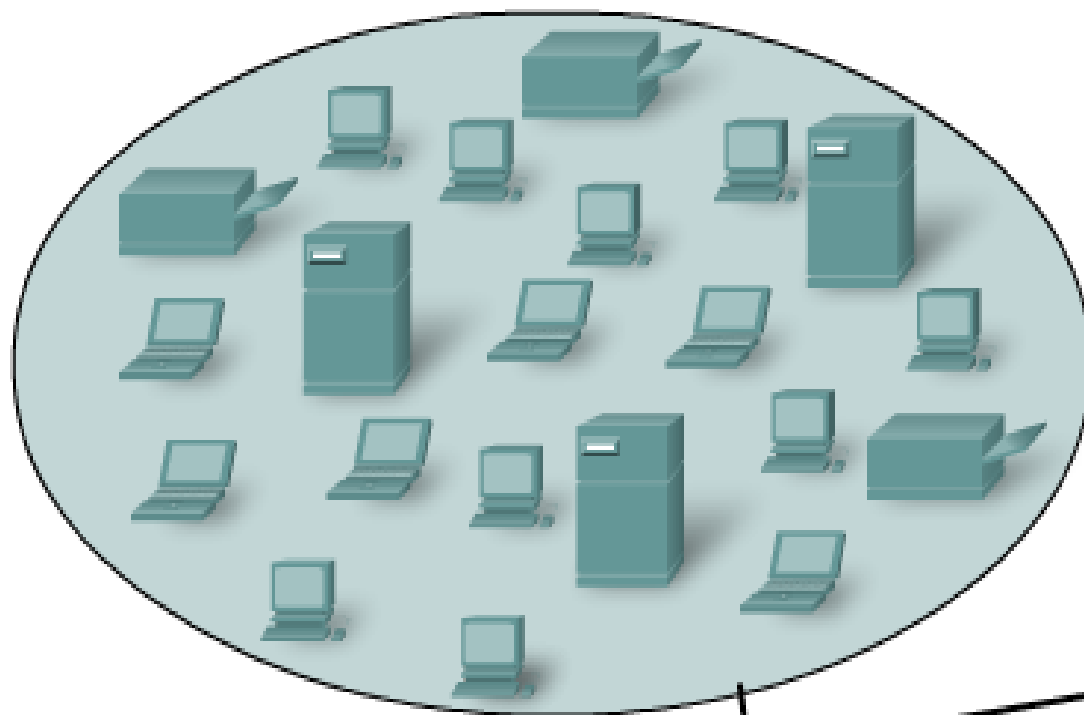
Redes: División de host en grupos

Redes: Separación de hosts en grupos comunes

División de redes

En lugar de tener todos los hosts conectados en cualquier parte a una vasta red global, es más práctico y manejable agrupar los hosts en redes específicas. Estas redes más pequeñas generalmente se llaman subredes.



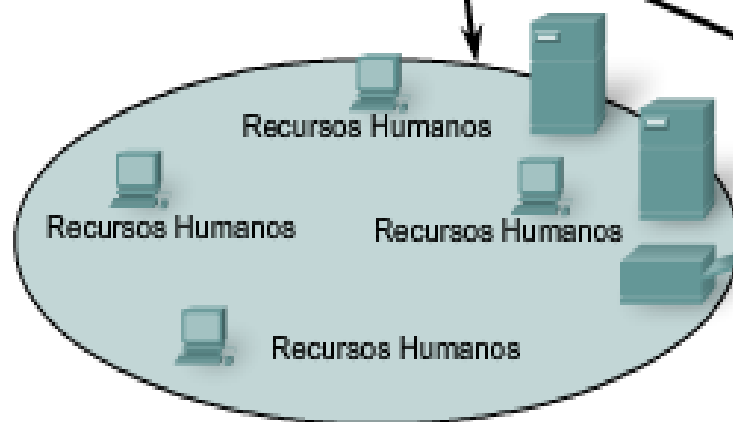


Los diseñadores de redes deben preguntar: ¿en función de qué debe dividirse la red?

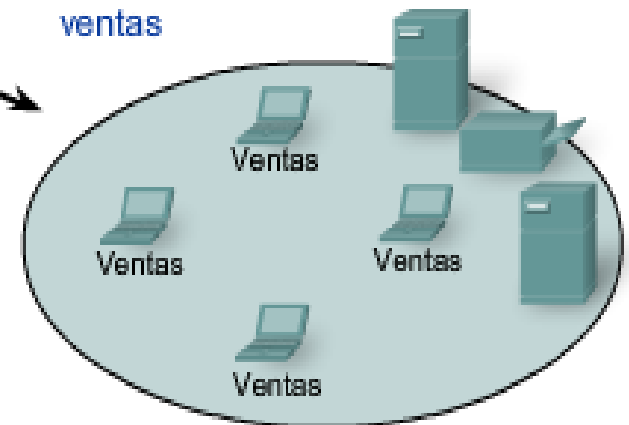
Oficina del Departamento Legal



Oficina de Recursos Humanos



Oficina de ventas



INICIAR

GEOGRÁFICO

PROPÓSITO

PROPIEDAD

Agrupación de hosts de manera geográfica

Podemos agrupar hosts de redes geográficamente. El agrupamiento de hosts en la misma ubicación, como cada construcción en un campo o cada piso de un edificio de niveles múltiples, en redes separadas puede mejorar la administración y operación de la red.

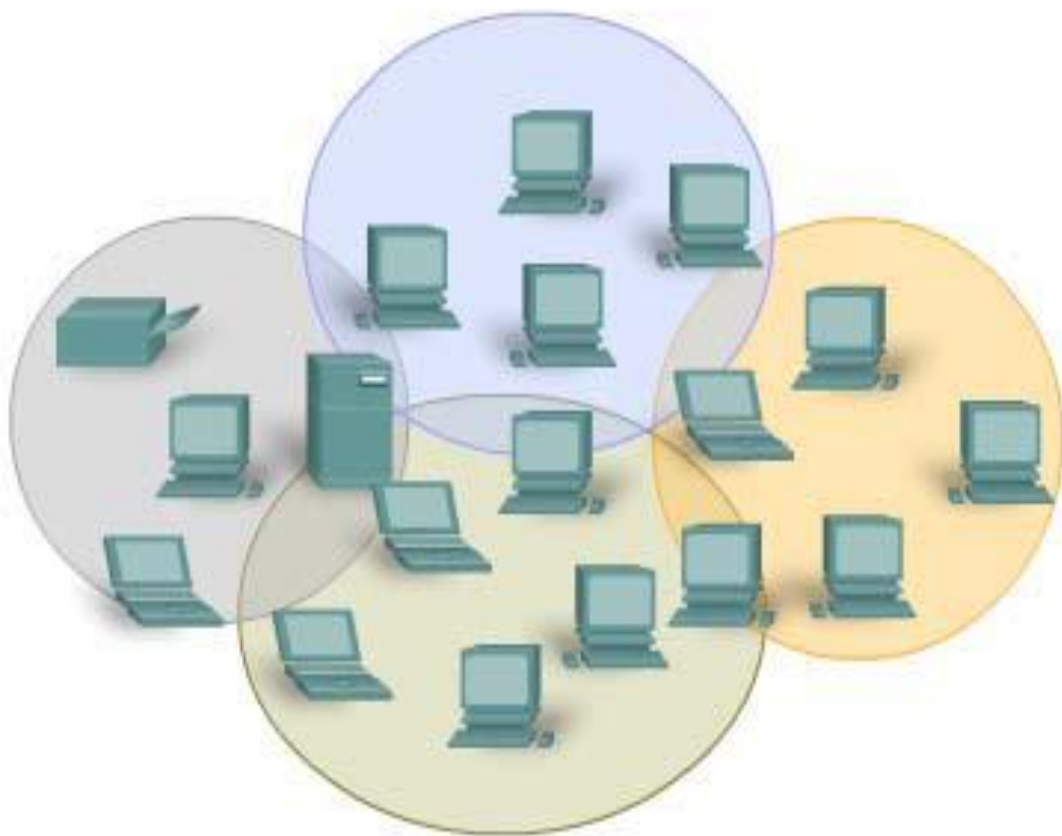
Agrupación de hosts para propósitos específicos

Los usuarios que tienen tareas similares usan generalmente software común, herramientas comunes y tienen patrones de tráfico común.

Agrupación de hosts para propiedad

Utilizar una base organizacional (compañía, departamento) para crear redes ayuda a controlar el acceso a los dispositivos y datos como también a la administración de las redes.

Existen muchas ventajas al dividir una red en segmentos administrables.



INICIAR

GEOGRÁFICO

PROPÓSITO

PROPIEDAD

Oficina norte



Oficina oeste



Oficina este



El simple hecho de conectar por cables la red física puede convertir la ubicación geográfica en un lugar lógico para realizar el inicio de la segmentación de una red.

INICIAR

GEOGRÁFICO

PROPÓSITO

PROPIEDAD

El volumen y el tipo de datos generados por una clase de usuarios pueden hacer que sea adecuada la agrupación de usuarios similares en una red.

Los artistas necesitan un ancho de banda elevado para crear videos.



Arte

Arte

Arte

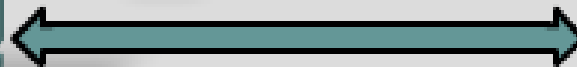
Arte

Los vendedores necesitan el 100% de confiabilidad y velocidad.



Ventas

Oficina de
ventas



Departamento de arte

INICIAR

GEOGRÁFICO

PROPÓSITO

PROPIEDAD

La agrupación de hosts en redes según la propiedad puede mejorar la seguridad de los datos.

Quiero sus archivos.

¡DETENER!

Sin ingreso público

Ingreso con autorización

Somos "propietarios" de estos servidores.

Registros corporativos

Somos "propietarios" de estos servidores.

Sitio Web público

INICIAR

GEOGRÁFICO

PROPÓSITO

PROPIEDAD

¿Por qué separar hosts en redes? - Rendimiento

Los problemas comunes con las redes grandes son:

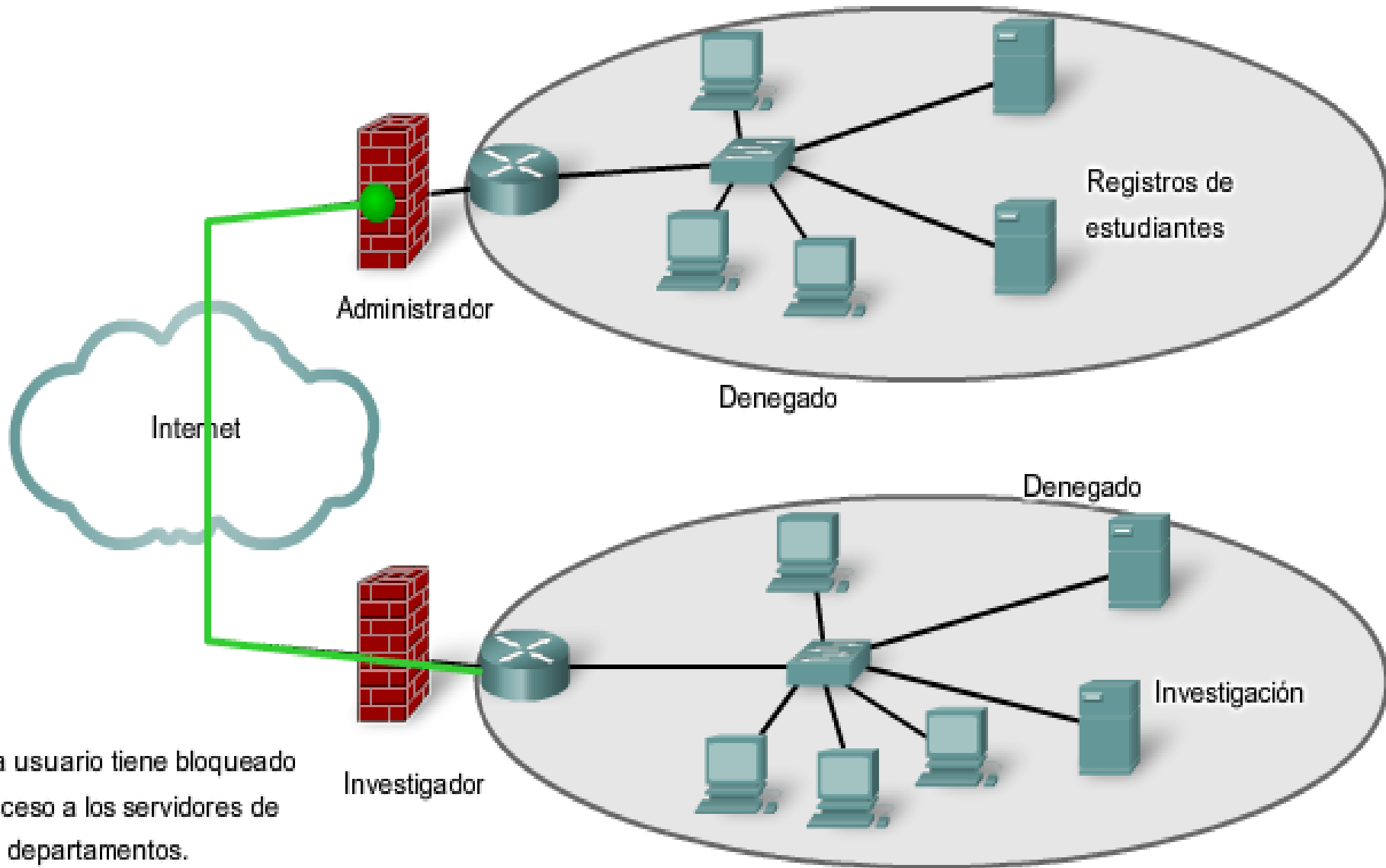
- Degradación de rendimiento
- Temas de seguridad
- Administración de direcciones

¿Por qué separar hosts en redes? - Seguridad

La división de redes basada en la propiedad significa que el acceso a y desde los recursos externos de cada red pueden estar prohibidos, permitidos o monitoreados.

Por ejemplo, la red de una universidad puede dividirse en subredes para la administración, investigación y los estudiantes. Dividir una red basada en el acceso a usuarios es un medio para asegurar las comunicaciones y los datos del acceso no autorizado, ya sea por usuarios dentro de la organización o fuera de ella.

Aumentar la seguridad



Administrador

Registros de
estudiantes

Denegado

Denegado

Investigación

Investigador

Cada usuario tiene bloqueado
el acceso a los servidores de
otros departamentos.

Acceso concedido

Acceso denegado

¿Por qué separar hosts en redes?

– Administración de direcciones

Esperar que cada host conozca la dirección de cada uno de los otros hosts sería imponer una carga de procesamiento sobre estos dispositivos de red que degradarían gravemente su rendimiento.

¿Cómo separamos los hosts en redes?

– Direccionamiento jerárquico

Para poder dividir redes, necesitamos el direccionamiento jerárquico. Una dirección jerárquica identifica cada host de manera exclusiva.

División de redes: Redes a partir de redes

Si se tiene que dividir una red grande, se pueden crear capas de direccionamiento adicionales. Usar direccionamiento jerárquico significa que se conservan los niveles más altos de la dirección; con un nivel de subred y luego el nivel de host.



5.3 ENRUTAMIENTO: CÓMO SE MANEJAN NUESTROS PAQUETES DE DATOS

5.3.1 PARÁMETROS DE DISPOSITIVOS: CÓMO RESPALDAR LA COMUNICACIÓN FUERA DE NUESTRA RED

Dentro de una red o subred, los hosts se comunican entre sí sin necesidad de un dispositivo intermediario de capa de red..Cuando un host necesita comunicarse con otra red, un dispositivo intermediario o router actúa como un gateway hacia la otra red. Como parte de su configuración, un host tiene una dirección de gateway por defecto definida.

Esta dirección de gateway es la dirección de una interfaz de router que está conectada a la misma red que el host.

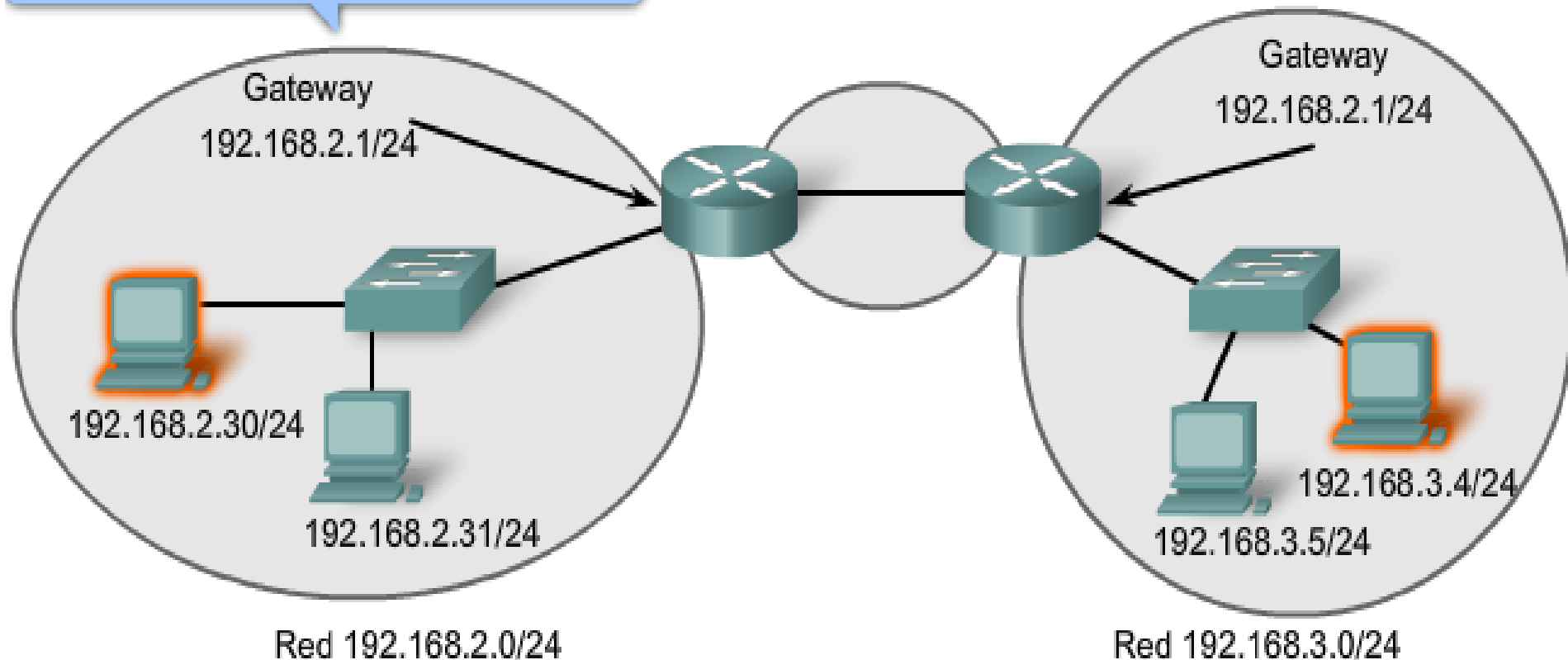
Tenga en claro que no es factible para un host particular conocer la dirección de todos los dispositivos en Internet con los cuales puede tener que comunicarse. Para comunicarse con un dispositivo en otra red, un host usa la dirección de este gateway, o gateway por defecto, para enviar un paquete fuera de la red local.



Los gateways permiten las comunicaciones entre redes

Sólo conozco las direcciones de los dispositivos de mi red.

Si no conozco la dirección del dispositivo de destino, envío el paquete a la dirección del gateway por defecto.



5.3.2 PAQUETES IP: CÓMO LLEVAR DATOS DE EXTREMO A EXTREMO

La función de la capa de Red es transferir datos desde el host que origina los datos hacia el host que los usa. Durante la encapsulación en el host origen, un paquete IP se construye en la Capa 3 para transportar el PDU de la Capa 4. Si el host de destino está en la misma red que el host de origen, el paquete se envía entre dos hosts en el medio local sin la necesidad de un router.

Sin embargo, si el host de destino y el host de origen no están en la misma red, el paquete puede llevar una PDU de la capa de Transporte a través de muchas redes y muchos routers. Si es así, la información que contiene no está alterada por ningún router cuando se toman las decisiones de envío.

En cada salto, las decisiones de envío están basadas en la información del encabezado del paquete IP. El paquete con su encapsulación de capa de Red también se mantiene básicamente intacto a través de todo el proceso desde el host de origen hasta el host de destino.

Enrutamiento de paquetes IP

Red
192.168.2.0/24

Red
192.168.5.0/24

192.168.2.30/24

192.168.5.6/24

Red
192.168.3.0/24

Red
192.168.4.0/24

The diagram illustrates a network topology for IP packet routing. It consists of four subnets, each represented by a laptop icon and a switch icon. The subnets are connected via a central backbone of three routers. The subnets are labeled as follows:

- Red 192.168.2.0/24 (Left): Contains a laptop and a switch. A yellow envelope icon labeled "Paquete IP" is shown being sent from the laptop to the switch.
- Red 192.168.3.0/24 (Middle-Left): Contains a laptop and a switch.
- Red 192.168.4.0/24 (Middle-Right): Contains a laptop and a switch.
- Red 192.168.5.0/24 (Right): Contains a laptop and a switch.

The network topology is as follows:

- The switch of Red 192.168.2.0/24 is connected to the first router.
- The first router is connected to the second router.
- The second router is connected to the third router.
- The third router is connected to the switch of Red 192.168.5.0/24.
- The switch of Red 192.168.3.0/24 is connected to the first router.
- The switch of Red 192.168.4.0/24 is connected to the second router.

INICIAR

1

2

3

4

5

6

Enrutamiento de paquetes IP

Red
192.168.2.0/24

Red
192.168.5.0/24

192.168.2.30/24

Red
192.168.3.0/24

Red
192.168.4.0/24

192.168.5.6/24

Paquete IP

¿Está este paquete destinado a un dispositivo de esta red?
No. Está destinado al dispositivo 192.168.5.6/24, un dispositivo
de otra red.

INICIAR

1

2

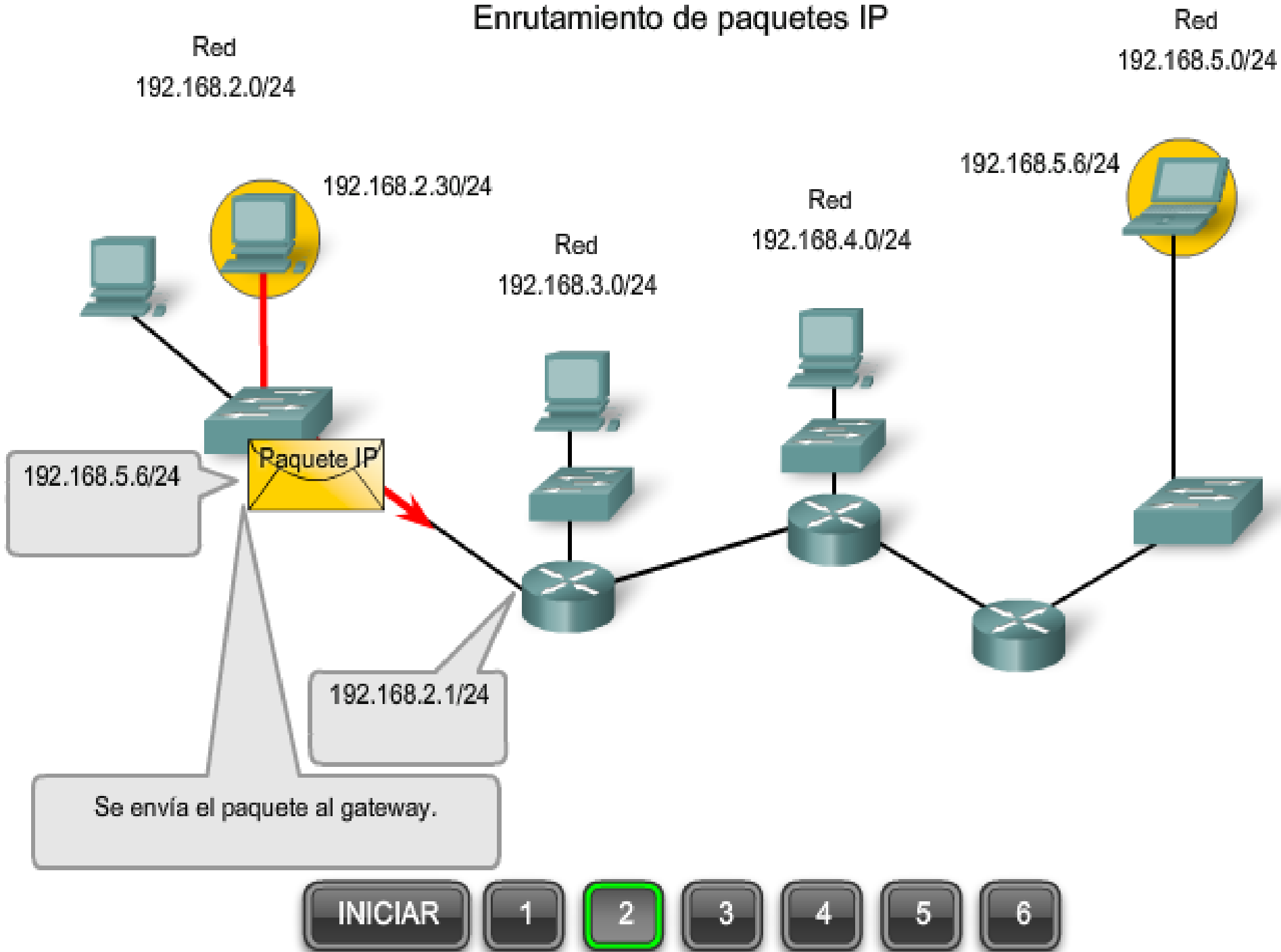
3

4

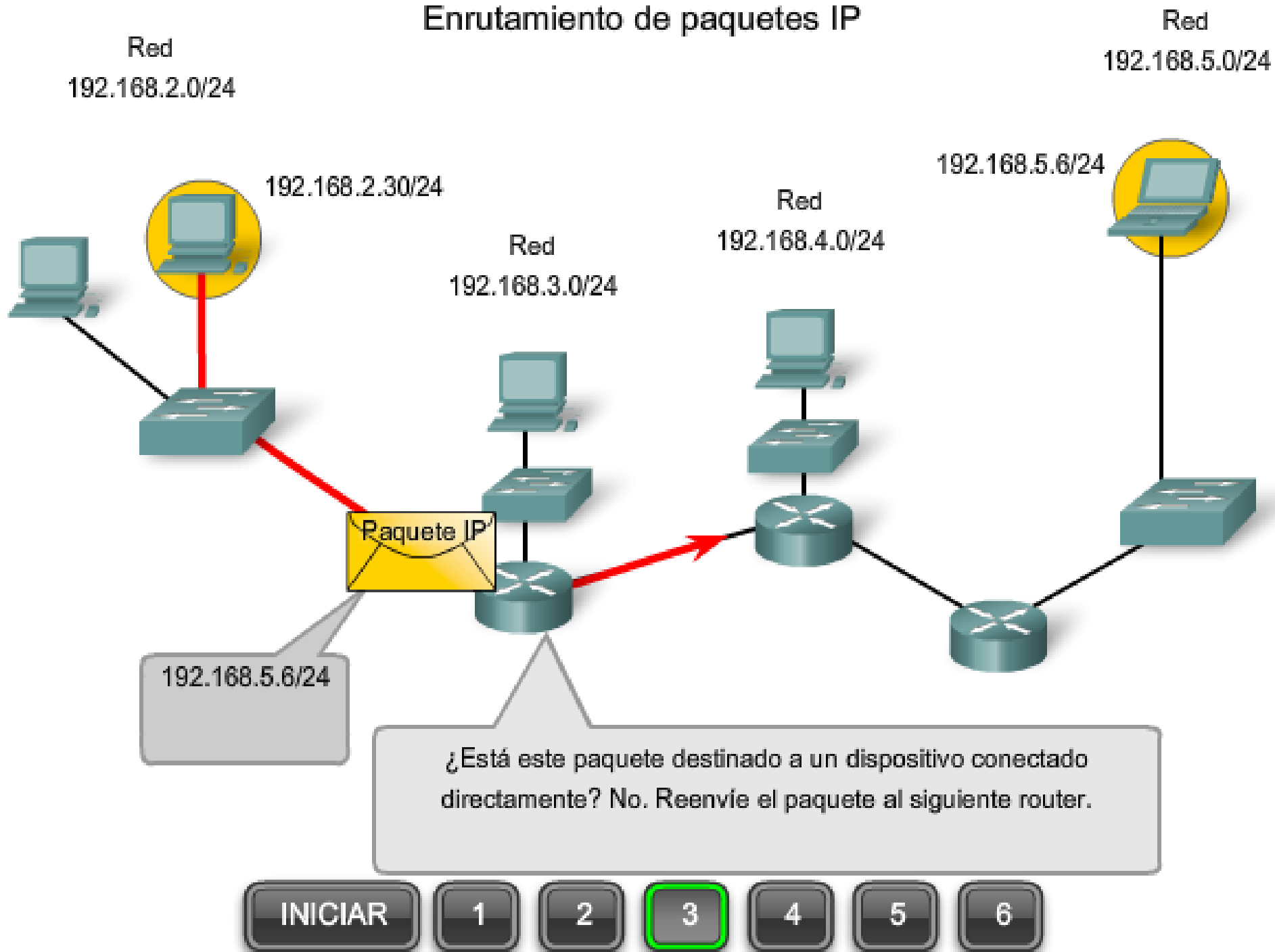
5

6

Enrutamiento de paquetes IP



Enrutamiento de paquetes IP



Enrutamiento de paquetes IP

Red
192.168.2.0/24

Red
192.168.5.0/24

192.168.2.30/24

Red
192.168.3.0/24

Red
192.168.4.0/24

192.168.5.6/24

192.168.5.6/24

Paquete IP

¿Está este paquete destinado a un dispositivo conectado directamente? No. Reenvíe el paquete al siguiente router.

INICIAR

1

2

3

4

5

6

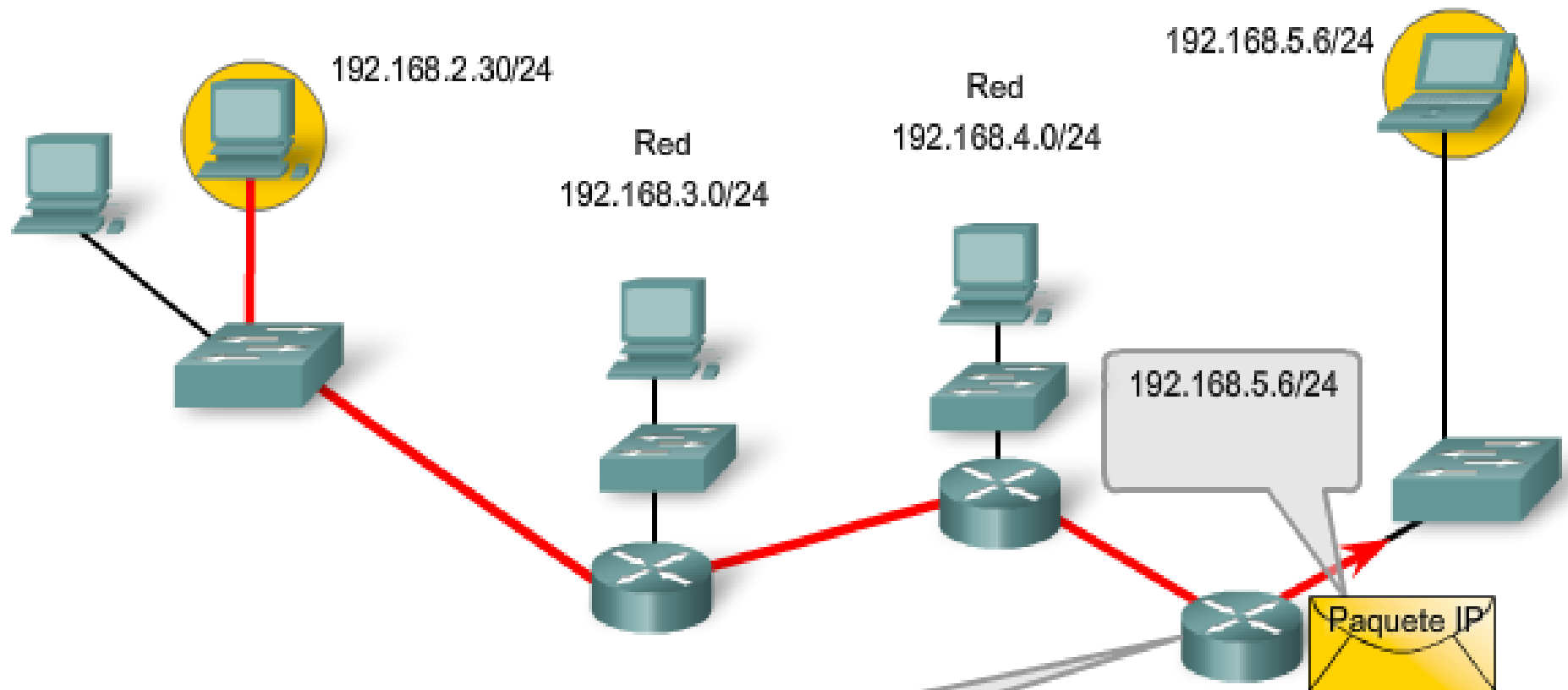
Enrutamiento de paquetes IP

Red

192.168.2.0/24

Red

192.168.5.0/24



¿Está este paquete destinado a un dispositivo conectado directamente?
Sí. Reenvíe el paquete a este dispositivo.

INICIAR

1

2

3

4

5

6

Enrutamiento de paquetes IP

Red
192.168.2.0/24

Red
192.168.5.0/24

192.168.2.30/24

Red
192.168.3.0/24

Red
192.168.4.0/24

192.168.5.6/24

192.168.5.6/24

Paquete IP

El paquete IP llega a su destino. Se retira el encabezado IP y se transmite el segmento de TCP a la Capa 4 en el dispositivo.

INICIAR

1

2

3

4

5

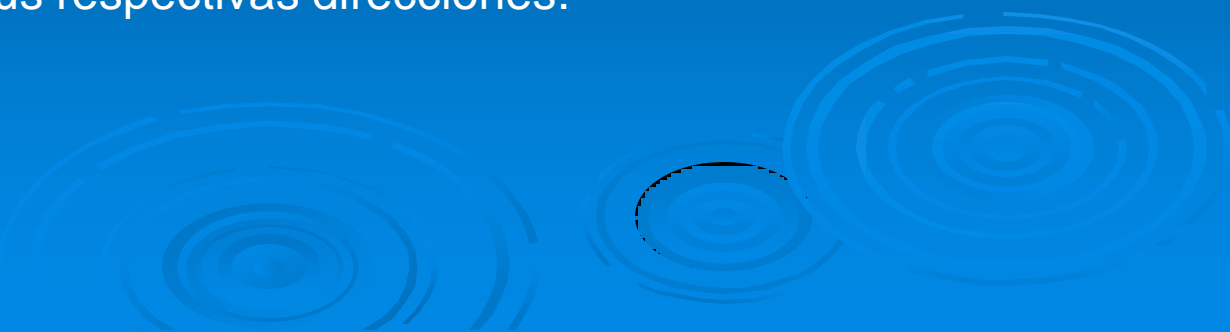
6

5.3.3 GATEWAY: LA SALIDA DE NUESTRA RED

El gateway, también conocido como gateway por defecto, es necesario para enviar un paquete fuera de la red local. Si la porción de red de la dirección de destino del paquete es diferente de la red del host de origen, el paquete tiene que hallar la salida fuera de la red original. Para esto, el paquete es enviado al gateway. Este gateway es una interfaz del router conectada a la red local. La interfaz del gateway tiene una dirección de capa de Red que concuerda con la dirección de red de los hosts. Los hosts están configurados para reconocer que la dirección es un gateway.

GATEWAY POR DEFECTO

El gateway por defecto está configurado en el host. En una computadora con Windows, se usan las herramientas de las Propiedades del Protocolo de Internet (TCP/IP) para ingresar la dirección IPv4 del gateway por defecto. Tanto la dirección IPv4 de host como la dirección de gateway deben tener la misma porción de red (y subred si se utiliza) de sus respectivas direcciones.



Dirección IP

192.168.1.2/24

Dirección de gateway

192.168.1.254/24

Dirección IP

192.168.1.3/24

Dirección de gateway

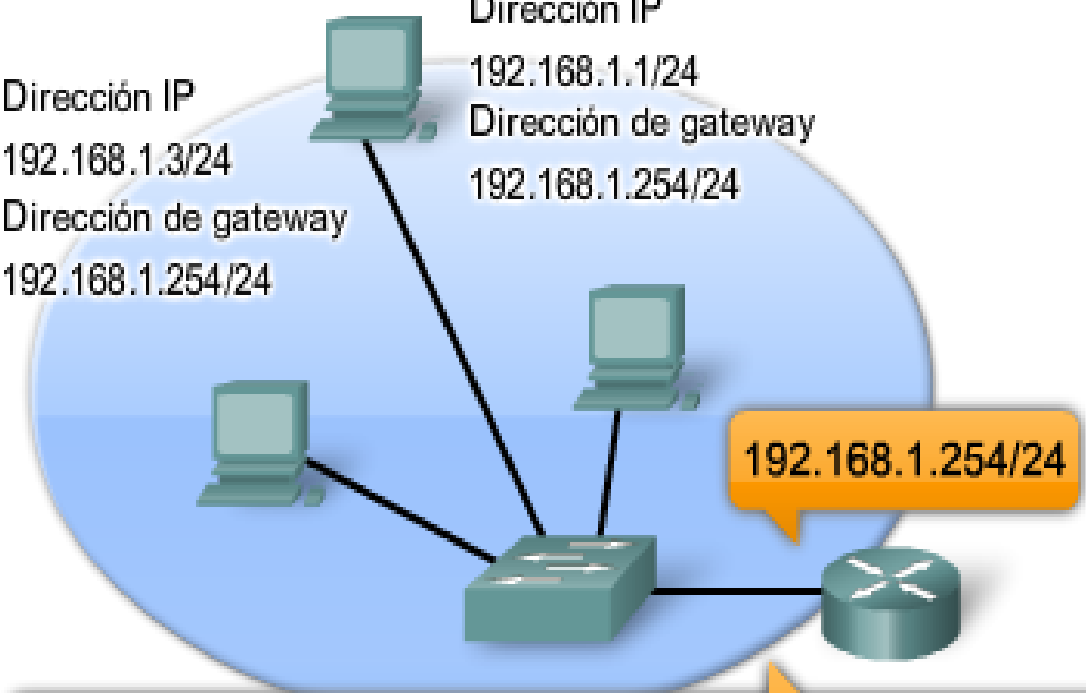
192.168.1.254/24

Dirección IP

192.168.1.1/24

Dirección de gateway

192.168.1.254/24



192.168.1.254/24

Todos los hosts de esta red poseen la misma dirección de gateway por defecto la dirección de la interfaz de gateway conectada a la red.

Restablecer

Propiedades de Windows

Dirección IP
192.168.1.2/24

Dirección de gateway
192.168.1.254/24

Dirección IP
192.168.1.3/24
Dirección de gateway
192.168.1.254/24

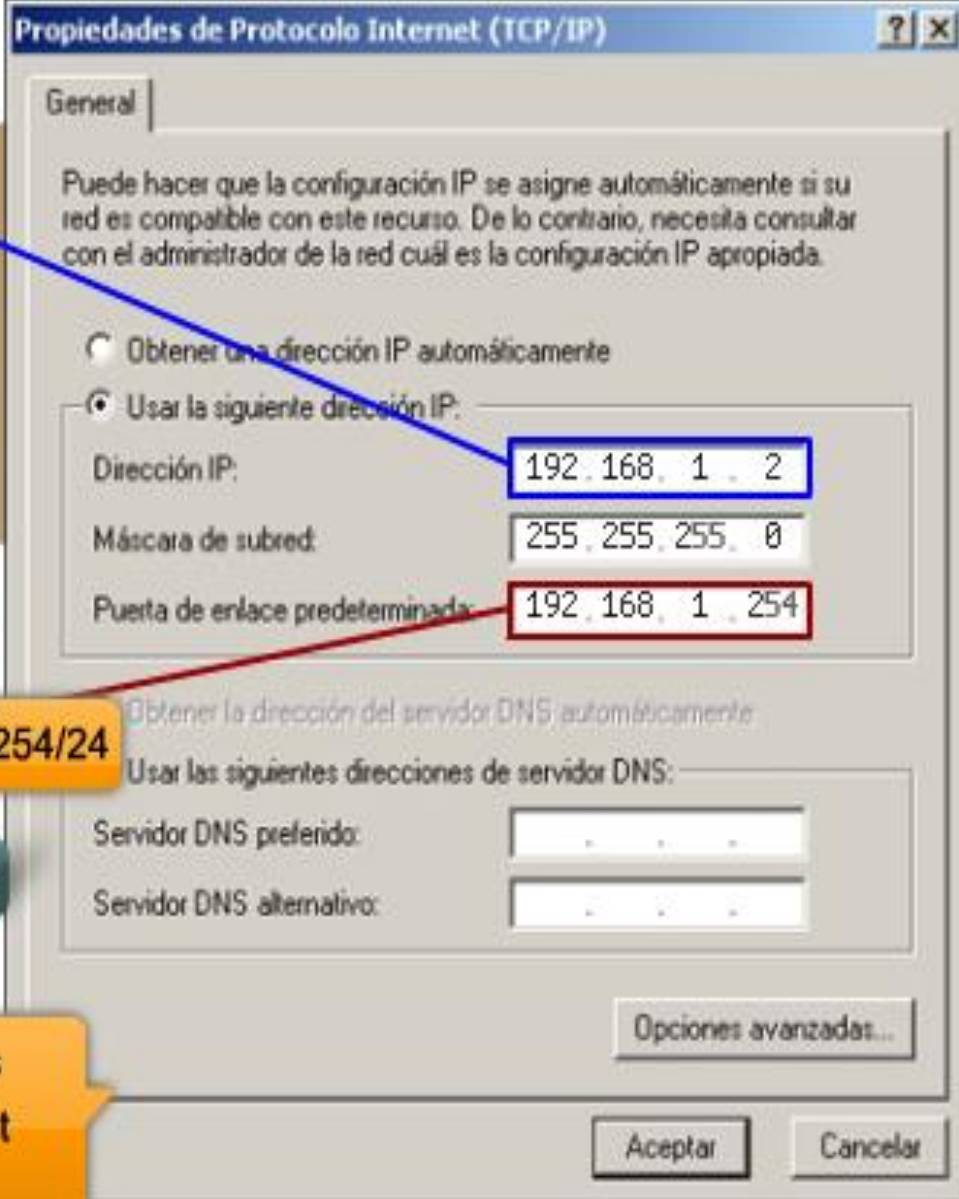
Dirección IP
192.168.1.1/24
Dirección de gateway
192.168.1.254/24

192.168.1.254/24

El gateway se configura en Windows mediante las propiedades del Internet Protocol (TCP/IP).

Restablecer

Propiedades de Windows



CONFIRMACIÓN DEL GATEWAY Y LA RUTA

Como muestra la figura, la dirección IP desde el gateway por defecto de un host se puede ver introduciendo los comandos `ipconfig` o `route` en la línea de comandos de un computadora con Windows. El comando de ruta también se usa en un host Linux o UNIX.

Confirmación de la configuración del gateway

```
C:\>ipconfig
```

```
Windows IP Configuration
```

```
Ethernet adapter Local Area Connection:
```

```
    Connection-specific DNS Suffix  . :
```

```
① IP Address. . . . . : 192.168.1.2
② Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
③ Default Gateway . . . . . : 192.168.1.254
```

Dirección IP para este equipo host

Confirmación de la configuración del gateway

```
C:\>ipconfig
```

```
Windows IP Configuration
```

```
Ethernet adapter Local Area Connection:
```

```
    Connection-specific DNS Suffix  . :
```

```
① IP Address. . . . . : 192.168.1.2
```

```
② Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
```

```
③ Default Gateway . . . . . : 192.168.1.254
```

Máscara de subred de la red local

Confirmación de la configuración del gateway

```
C:\>ipconfig
```

```
Windows IP Configuration
```

```
Ethernet adapter Local Area Connection:
```

```
    Connection-specific DNS Suffix  . :
```

```
① IP Address. . . . . : 192.168.1.2
```

```
② Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
```

```
③ Default Gateway . . . . . : 192.168.1.254
```

Dirección del gateway por defecto para este equipo host

Ningún paquete puede ser enviado sin una ruta. Si el paquete se origina en un host o se reenvía por un dispositivo intermediario, el dispositivo debe tener una ruta para identificar dónde enviar el paquete.

Un host debe reenviar el paquete ya sea al host en la red local o al gateway, según sea lo adecuado. Para reenviar los paquetes, el host debe tener rutas que representan estos destinos.

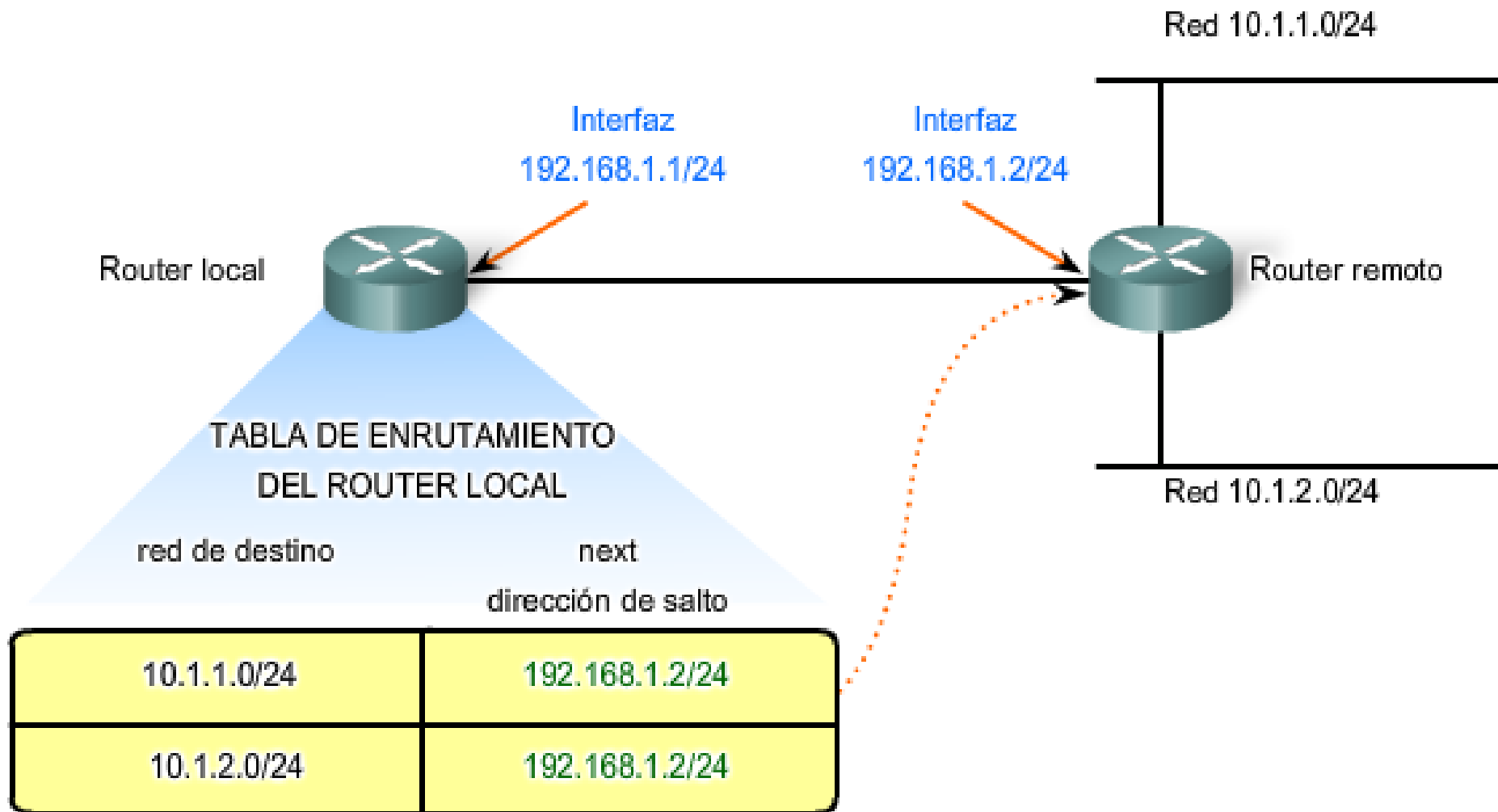
Un router toma una decisión de reenvío para cada paquete que llega a la interfaz del gateway. Este proceso de reenvío es denominado enrutamiento. Para reenviar un paquete a una red de destino, el router requiere una ruta hacia esa red.

Si una ruta a una red de destino no existe, el paquete no puede reenviarse.

La red de destino puede ser un número de routers o saltos fuera del gateway. La ruta hacia esa red sólo indicaría el router del siguiente salto al cual el paquete debe reenviarse, no el router final. El proceso de enrutamiento usa una ruta para asignar una dirección de red de destino hacia el próximo salto y luego envía el paquete hacia esta dirección del próximo salto.



Tabla de enrutamiento del router local



El próximo salto para las redes 10.1.1.0/24 y 10.1.2.0/24 desde el router local es 192.168.1.2/24

5.3.4 RUTA: EL CAMINO HACIA UNA RED

Una ruta para paquetes para destinos remotos se agrega usando la dirección de gateway por defecto como el siguiente salto. Aunque usualmente no se hace, un host puede tener también rutas agregadas manualmente a través de configuraciones.

Al igual que los dispositivos finales, los routers también agregan rutas para las redes conectadas a su tabla de enrutamiento. Cuando se configura una interfaz de router con una dirección IP y una máscara de subred, la interfaz se vuelve parte de esa red. La tabla de enrutamiento ahora incluye esa red como red directamente conectada. Todas las otras rutas, sin embargo, deben ser configuradas o adquiridas por medio del protocolo de enrutamiento. Para reenviar un paquete, el router debe saber dónde enviarlo. Esta información está disponible como rutas en una tabla de enrutamiento.

La tabla de enrutamiento almacena la información sobre las redes conectadas y remotas. Las redes conectadas está directamente adjuntas a una de las interfaces del router. Estas interfaces son los gateways para los hosts en las diferentes redes locales. Las redes remotas son redes que no están conectadas directamente al router. Las rutas a esas redes se pueden configurar manualmente en el router por el administrador de red o aprendidas automáticamente utilizando protocolos de enrutamiento dinámico.

Los routers en una tabla de enrutamiento tienen tres características principales:

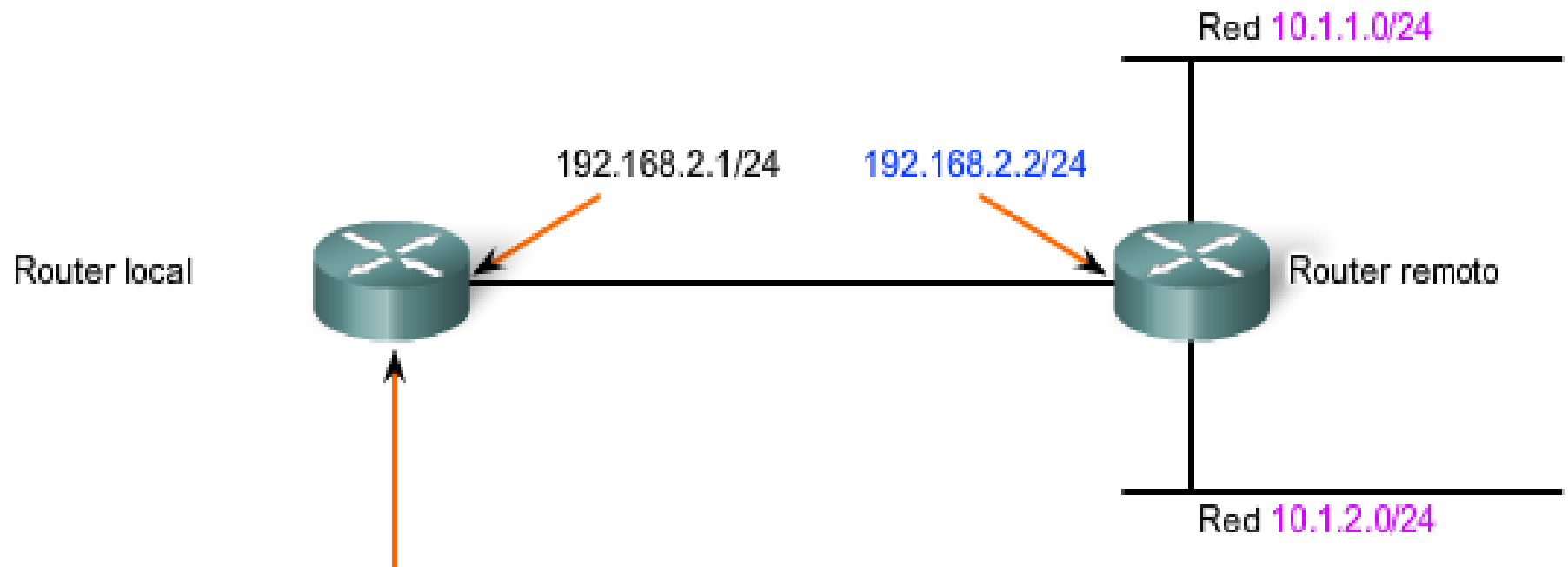
- red de destino,
- próximo salto, y
- métrica.

El router combina la dirección de destino en el encabezado del paquete con la red de destino de una ruta en la tabla de enrutamiento y envía el paquete al router del próximo salto especificado por esa ruta. Si hay dos o más rutas posibles hacia el mismo destino, se utiliza la métrica para decidir qué ruta aparece en la tabla de enrutamiento.

Como se muestra en la figura, la tabla de enrutamiento en un router Cisco puede ser analizada con el comando **show ip route**.

Como sabemos, los paquetes no pueden reenviarse por el router sin una ruta. Si una ruta que representa la red de destino no está en la tabla de enrutamiento, el paquete será descartado (es decir, no se reenviará). La ruta encontrada puede ser una ruta conectada o una ruta hacia una red remota. El router también puede usar una ruta por defecto para enviar el paquete. La ruta default se usa cuando la ruta de destino no está representada por ninguna otra ruta en la tabla de enrutamiento.

Confirmación de la ruta y el gateway



10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets

R 10.1.1.0 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:08, FastEthernet0/0

R 10.1.2.0 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:08, FastEthernet0/0

C 192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

Este es el resultado de la tabla de enrutamiento del router local cuando se emite "show ip route".

El próximo salto para las redes 10.1.1.0/24 y 10.1.2.0/24 desde el router local es 192.168.2.2.

TABLA DE ENRUTAMIENTO DE HOST

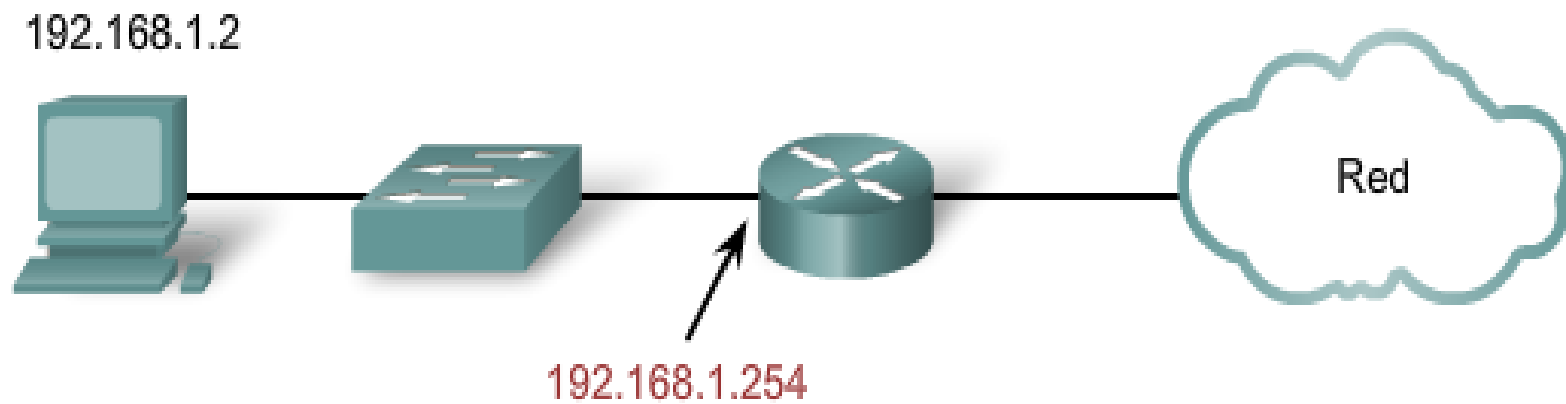
Un host crea las rutas usadas para reenviar los paquetes que origina. Estas rutas derivan de la red conectada y de la configuración del gateway por defecto.

Los hosts agregan automáticamente todas las redes conectadas a las rutas. Estas rutas para las redes locales permiten a los paquetes ser entregados a los hosts que están conectados a esas redes.

Los hosts también requieren una tabla de enrutamiento para asegurarse de que los paquetes de la capa de Red estén dirigidos a la red de destino correcta. A diferencia de la tabla de enrutamiento en un router, que contiene tanto rutas locales como remotas, la tabla local del host comúnmente contiene su conexión o conexiones directa(s) a la red y su propia ruta por defecto al gateway. La configuración de la dirección de gateway por defecto en el host crea la ruta default local.

Como muestra la figura, la tabla de enrutamiento de un host de computadora puede ser analizada en la línea de comando introduciendo los comandos `netstat -r`, `route`, o `route PRINT`.

En algunos casos, puede necesitar indicar rutas más específicas desde un host. Puede utilizar las siguientes opciones para el comando de ruta para modificar el contenido de la tabla de enrutamiento: `route ADD` `route DELETE` `route CHANGE`



Interface List

0x2 ...00 0f fe 26 f7 7b ... Gigabit Ethernet - Packet Scheduler Miniport

Active Routes:

Network Destination	Netmask	Gateway	Interface	Metric
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.1.254	192.168.1.2	20
192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.1.2	192.168.1.2	20

Default Gateway: 192.168.1.254

// output omitted //

Éste es un ejemplo de la tabla de enrutamiento en un dispositivo final después de la emisión del comando `netstat -r`.

Observe que tiene una ruta hacia su red (192.168.1.0) y una ruta predeterminada (0.0.0.0) hacia el gateway del router para todas las demás redes.

5.3.5 RED DE DESTINO

Entradas en la tabla de enrutamiento

La red de destino que aparece en la entrada de la tabla de enrutamiento, llamada ruta, representa un rango de direcciones de hosts y, algunas veces, un rango de direcciones de red y de host.

La naturaleza jerárquica del direccionamiento de la Capa 3 significa que una entrada de ruta podría referirse a una red

general grande y otra entrada podría referirse a una subred de la misma red. Cuando se reenvía un paquete, el router seleccionará la ruta más específica.

Volviendo a nuestro primer ejemplo de dirección postal, consideremos enviar la misma carta de Japón a 170 West Tasman Drive San José, California USA. ¿Qué dirección usaría? "USA" o "San Jose California USA" o "West Tasman Drive San Jose, California USA" o "170 West Tasman Drive San Jose, California USA"

Se usaría la cuarta y más específica dirección. Sin embargo, para otra carta donde el número de la calle es desconocido, la tercera opción suministraría la mejor coincidencia de dirección.

De la misma forma, un paquete destinado a la subred de una red más grande sería enrutado usando la ruta a la subred.

No obstante, un paquete direccionado a una subred diferente dentro de la misma red más grande sería enrutado usando la entrada más general.

si un paquete llega a un router con una dirección de destino de 10.1.1.55, el router reenvía el paquete al router del siguiente salto asociado con una ruta a la red 10.1.1.0. Si una ruta a 10.1.1.0 no está enumerada en el enrutamiento, pero está disponible una ruta a 10.1.0.0, el paquete se reenvía al router del siguiente salto para esa red.

Entonces, la prioridad de la selección de una ruta para el paquete que va a 10.1.1.55 sería:

1. 10.1.1.0
2. 10.1.0.0

Entradas de ruta en una tabla de enrutamiento

```
10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
R 10.1.1.0 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:08, FastEthernet0/0
R 10.1.2.0 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:08, FastEthernet0/0
C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

La tabla de enrutamiento muestra las redes de destino.

Los paquetes con direcciones host de destino en uno de los rangos de red mostrados se harán coincidir con el próximo salto que conduce a dicha red.

ruta default

Un router puede ser configurado para que tenga una ruta default. Una ruta default es una ruta que coincida con todas las redes de destino. En redes IPv4 se usa la dirección 0.0.0.0 para este propósito. La ruta default se usa para enviar paquetes para los que no hay entrada en la tabla de enrutamiento para la red de destino. Los paquetes con una dirección de red de destino que no combinan con una ruta más específica en la tabla de enrutamiento son enviados al router del próximo salto asociados con la ruta por defecto.

La tabla de enrutamiento muestra la ruta predeterminada 0.0.0.0.

```
Gateway of last resort is 192.168.2.2 to network 0.0.0.0
 10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
R    10.1.1.0 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:08, FastEthernet0/0
R    10.1.2.0 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:08, FastEthernet0/0
C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 192.168.2.2
```

Los paquetes con las direcciones hosts de destino que no se encuentren en los rangos de la red mostrados se reenviarán al gateway como último recurso.

5.3.6 SIGUIENTE SALTO: DÓNDE SE ENVÍA LUEGO EL PAQUETE

Un siguiente salto es la dirección del dispositivo que procesará luego el paquete. Para un host en una red, la dirección de gateway por defecto (interfaz de router) es el siguiente salto para todos los paquetes destinados a otra red.

En la tabla de enrutamiento de un router, cada ruta enumera un siguiente salto para cada dirección de destino abarcada por la ruta. A medida que cada paquete llega al router, la dirección de la red de destino es analizada y comparada con las rutas en la tabla de enrutamiento. Cuando se determina una ruta coincidente, la dirección del siguiente salto para esa ruta se usa para enviar el paquete hacia ese destino. El router luego envía el paquete hacia la interfaz a la cual está conectado el router del siguiente salto. El router del siguiente salto es el gateway a las redes fuera del destino intermedio. Las redes conectadas directamente a un router no tienen dirección del siguiente salto porque no existe un dispositivo de Capa 3 entre el router y esa red. El router puede reenviar paquetes directamente hacia la interfaz por esa red al host de destino.

Algunas rutas pueden tener múltiples siguientes saltos. Esto indica que existen múltiples pasos hacia la misma red de destino. Éstas son rutas alternativas que el router puede utilizar para reenviar paquetes.

Resultado de la tabla de enrutamiento con los siguientes saltos

```
10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
R    10.1.1.0 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:08, FastEthernet0/0
R    10.1.2.0 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:08, FastEthernet0/0
C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

192.168.2.2

Esta dirección del siguiente salto es donde se envía el tráfico destinado a la red 10.1.1.0/24.

FastEthernet0/0

Si una red está conectada directamente, sólo se muestra el nombre de la interfaz del router.

5.3.7 ENVÍO DE PAQUETES: TRASLADO DEL PAQUETE HACIA SU DESTINO

El enrutamiento se hace **paquete por paquete y salto por salto**. Cada paquete es tratado de manera independiente en cada router a lo largo de la ruta. En cada salto, el router analiza la dirección IP de destino para cada paquete y luego controla la tabla de enrutamiento para reenviar información.

El router hará una de tres cosas con el paquete:

- Envíelo al router del próximo salto
- Envíelo al host de destino
- Descártelo

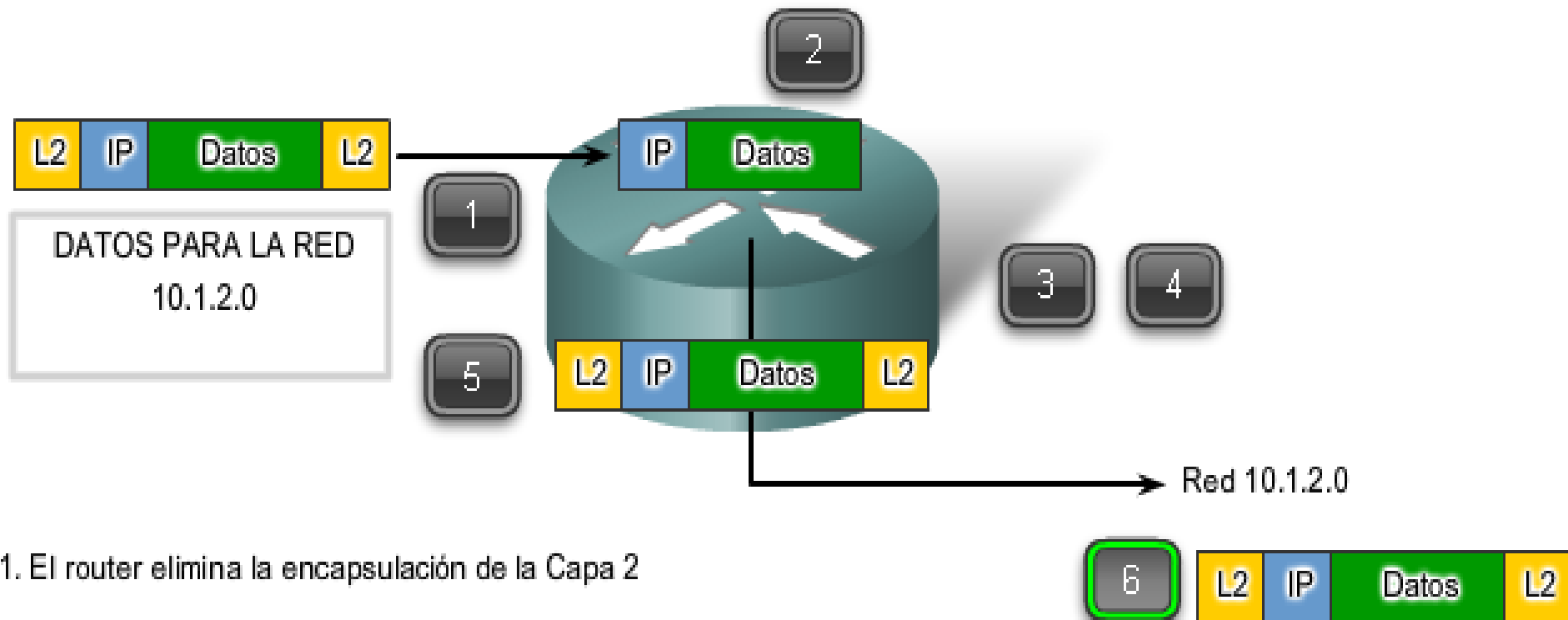
EXAMEN DEL PAQUETE

Como dispositivo intermediario, un router procesa el paquete en la Capa de red. No obstante, los paquetes que llegan a las interfaces del router están encapsulados como PDU (Capa 2) de la capa de Enlace de datos. Como muestra la figura, el router primero descarta la encapsulación de la Capa 2 para poder examinar el paquete.

SELECCIÓN DEL SIGUIENTE SALTO

En el router, se analiza la dirección de destino en el encabezado del paquete. Si una ruta coincidente en la tabla de enrutamiento muestra que la red de destino está conectada directamente al router, el paquete es reenviado a la interfaz a la cual está conectada la red. En este caso, no existe siguiente salto. Para ubicarlo en la red conectada, el paquete primero debe ser reencapsulado por el protocolo de la Capa 2 y luego reenviado hacia la interfaz.

Existe una entrada de ruta



1. El router elimina la encapsulación de la Capa 2
2. El router extrae la dirección IP de destino
3. El router verifica la tabla de enrutamiento para detectar una coincidencia
4. Se encuentra la red 10.1.2.0 en la tabla de enrutamiento
5. El router vuelve a encapsular el paquete
6. Se envía el paquete a la red 10.1.2.0

USO DE UNA RUTA DEFAULT

Como muestra la figura, si la tabla de enrutamiento no contiene una entrada de ruta más específica para un paquete que llega, el paquete se reenvía a la interfaz indicada por la ruta default, si la hubiere. En esta interfaz, el paquete es encapsulado por el protocolo de la Capa 2 y es enviado al router del siguiente salto. La ruta default es también conocida como Gateway de último recurso.

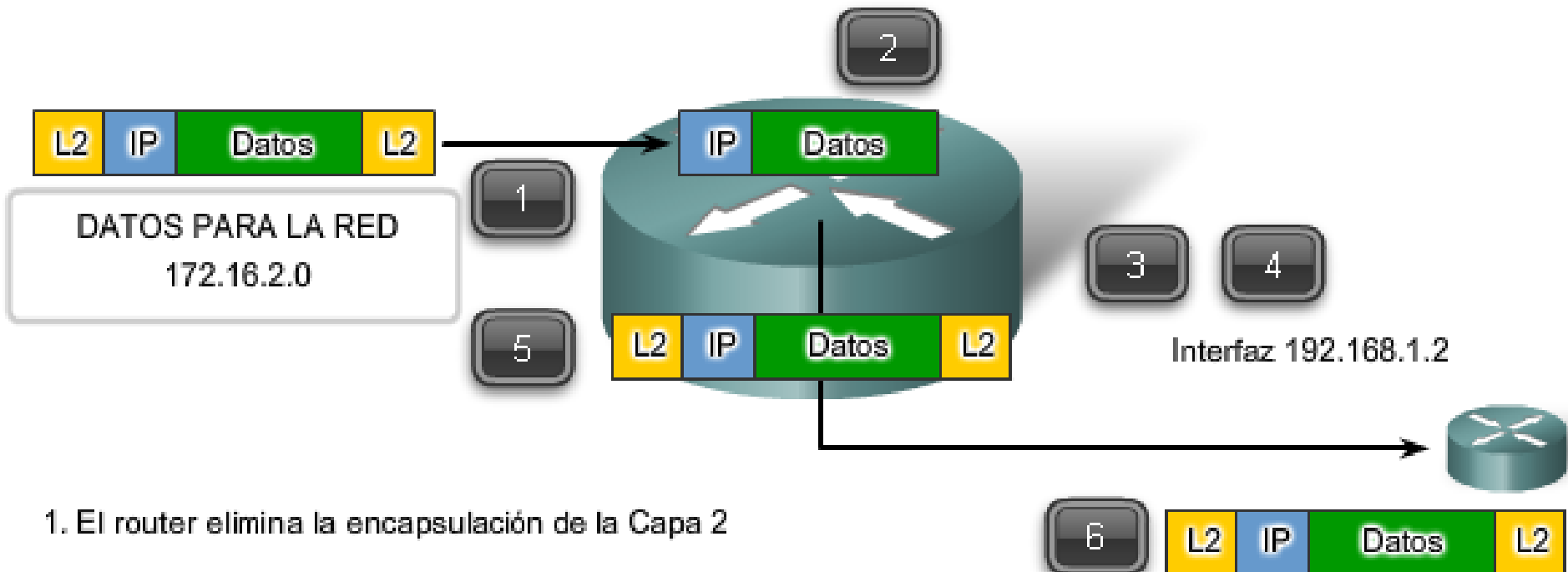
Este proceso puede producirse varias veces hasta que el paquete llega a su red de destino. El router en cada salto conoce sólo la dirección del siguiente salto; no conoce los detalles de la ruta hacia el host del destino remoto. Además, no todos los paquetes que van al mismo destino serán enviados hacia el mismo siguiente salto en cada router. Los routers a lo largo del trayecto pueden aprender nuevas rutas mientras se lleva a cabo la comunicación y reenvían luego los paquetes a diferentes siguientes saltos.

Las rutas default son importantes porque el router del gateway no siempre tiene una ruta a cada red posible en Internet.

Si el paquete es reenviado usando una ruta default, eventualmente llegará a un router que tiene una ruta específica a la red de destino. Este router puede ser el router al cual esta red está conectada. En este caso, este router reenviará el paquete a través de la red local hacia el host de destino.

No existe una entrada de ruta pero sí una ruta predeterminada

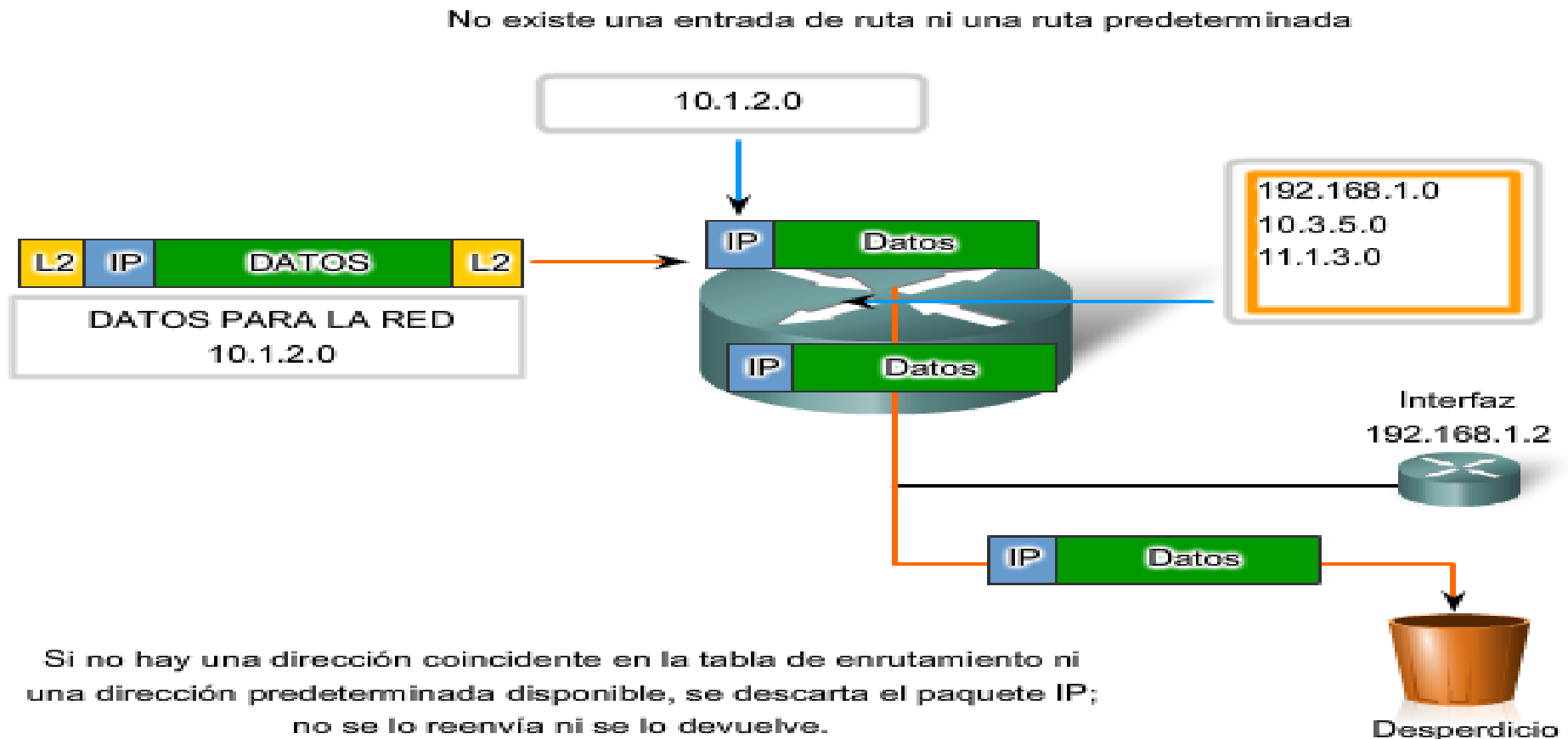
Coloque el cursor para ver los pasos que lleva a cabo el router.



1. El router elimina la encapsulación de la Capa 2
2. El router extrae la dirección IP
3. El router verifica la tabla de enrutamiento para detectar una coincidencia
4. La red 172.16.2.0 no se encuentra en la tabla de enrutamiento pero la ruta por defecto a 192.168.1.2 existe
5. El router vuelve a encapsular el paquete
6. Se envía el paquete a la interfaz 192.168.1.2

A medida que el paquete pasa a través de saltos en la internetwork, todos los routers necesitan una ruta para reenviar un paquete. Si, en cualquier router, no se encuentra una ruta para la red de destino en la tabla de enrutamiento y no existe una ruta default, ese paquete se descarta.

IP no tiene previsto devolver el paquete al router anterior si un router particular no tiene dónde enviar el paquete. Tal función va en detrimento de la eficiencia y baja sobrecarga del protocolo. Se utilizan otros protocolos para informar tales errores.



5.4 PROCESOS DE ENRUTAMIENTO: CÓMO SE APRENDEN LAS RUTAS

5.4.1 PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO: CÓMO COMPARTIR LAS RUTAS

El enrutamiento requiere que cada salto o router a lo largo de las rutas hacia el destino del paquete tenga una ruta para reenviar el paquete. De otra manera, el paquete es descartado en ese salto. Cada router en una ruta no necesita una ruta hacia todas las redes. Sólo necesita conocer el siguiente salto en la ruta hacia la red de destino del paquete.

La tabla de enrutamiento contiene información que un router usa en sus decisiones al reenviar paquetes. Para las decisiones de enrutamiento, la tabla de enrutamiento necesita representar el estado más preciso de rutas de red a las que el router puede acceder. La información de enrutamiento desactualizada significa que los paquetes no pueden reenviarse al siguiente salto más adecuado, causando demoras o pérdidas de paquetes.

Esta información de ruta puede configurarse manualmente en el router o aprenderse dinámicamente a partir de otros routers en la misma internetwork. Después de que se configuran las interfaces de un router y éstas se vuelven operativas, se instala la red asociada con cada interfaz en la tabla de enrutamiento como una ruta conectada directamente.

Tablas de enrutamiento

Paquete destinado
para la red 10.1.1.0/24

Deseo reenviar este paquete para que pueda realizar el siguiente salto hacia su destino. Puedo utilizar la información en mi tabla de enrutamiento para determinar dónde reenviar este mensaje.

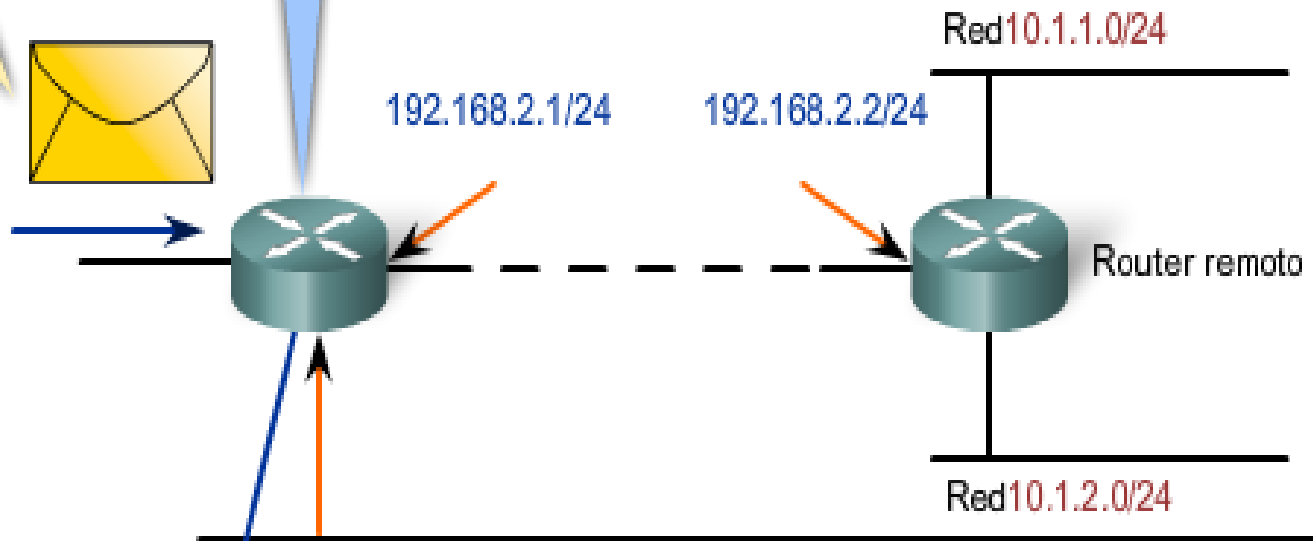


TABLA DE
ENRUTAMIENTO

5.4.2 ENRUTAMIENTO ESTÁTICO

Las rutas a redes remotas con los siguientes saltos asociados se pueden configurar manualmente en el router. Esto se conoce como enrutamiento estático. Una ruta default también puede ser configurada estáticamente.

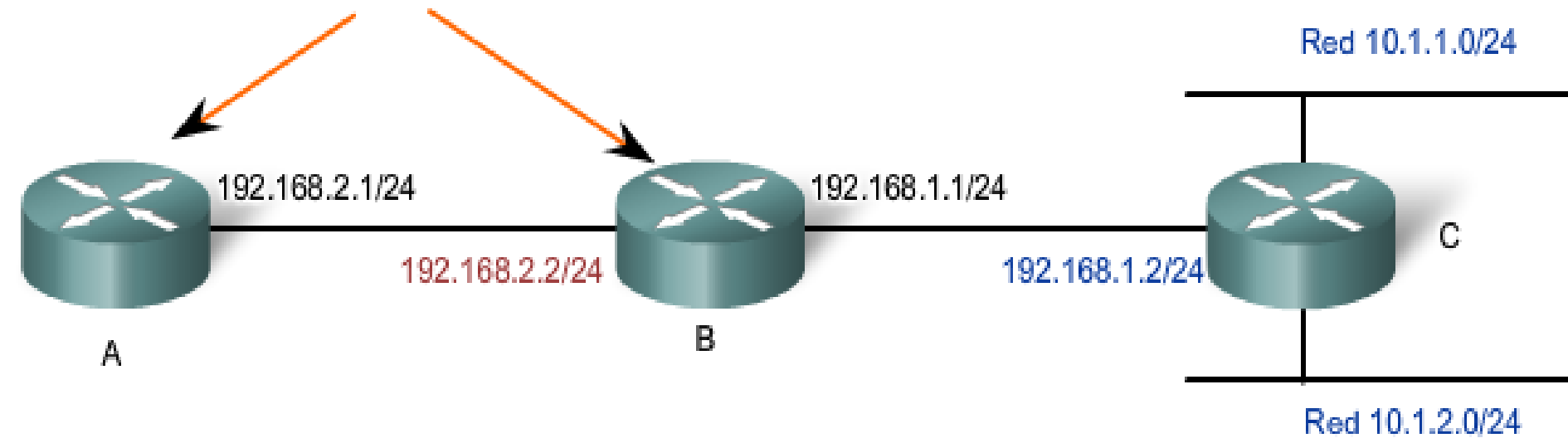
Si el router está conectado a otros routers, se requiere conocimiento de la estructura de internetworking. Para asegurarse de que los paquetes están enrutados para utilizar los mejores posibles siguientes saltos, cada red de destino necesita tener una ruta o una ruta default configurada. Como los paquetes son reenviados en cada salto, cada router debe estar configurado con rutas estáticas hacia los siguientes saltos que reflejan su ubicación en la internetwork.

Además, si la estructura de internetwork cambia o si se dispone de nuevas redes, estos cambios tienen que actualizarse manualmente en cada router. Si no se realiza la actualización periódica, la información de enrutamiento puede ser incompleta e inadecuada, causando demoras y posibles pérdidas de paquetes.



Enrutamiento estático

Routers configurados con las rutas



Router A:

192.168.2.2/24 configurado de manera manual como siguiente salto a las redes 10.1.1.0/24 y 10.1.2.0/24

Router B:

192.168.1.2/24 configurado de manera manual como siguiente salto a las redes 10.1.1.0/24 y 10.1.2.0/24

5.4.2 ENRUTAMIENTO DINÁMICO

Aunque es esencial que todos los routers en una internetwork posean conocimiento actualizado, no siempre es factible mantener la tabla de enrutamiento por configuración estática manual. Por eso, se utilizan los protocolos de enrutamiento dinámico. Los protocolos de enrutamiento son un conjunto de reglas por las que los routers comparten dinámicamente

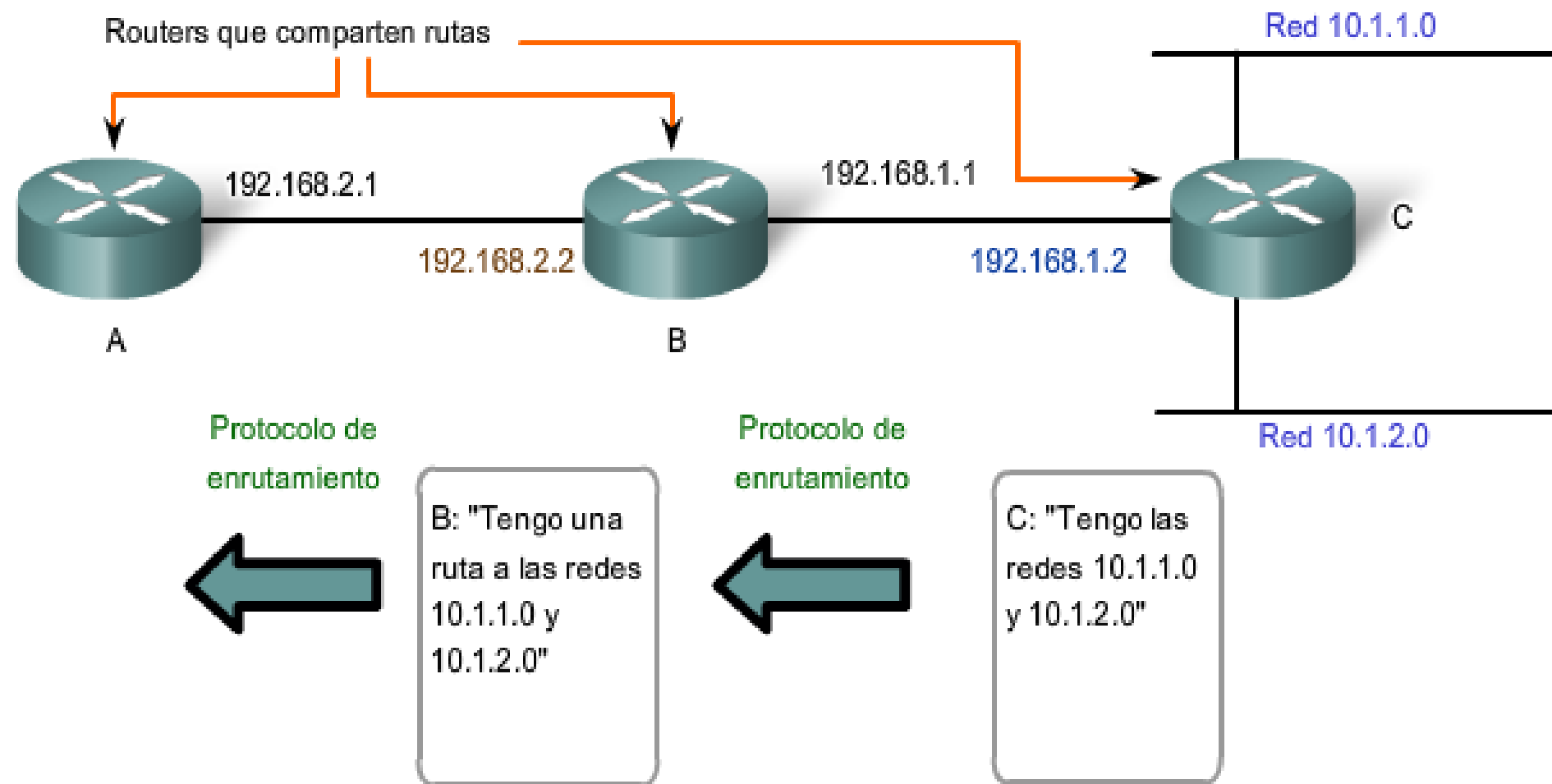
su información de enrutamiento. Como los routers advierten los cambios en las redes para las que actúan como gateway, o los cambios en enlaces entre routers, esta información pasa a otros routers. Cuando un router recibe información sobre rutas nuevas o modificadas, actualiza su propia tabla de enrutamiento y, a su vez, pasa la información a otros routers. De esta manera, todos los routers cuentan con tablas de enrutamiento actualizadas dinámicamente y

pueden aprender sobre las rutas a redes remotas en las que se necesitan muchos saltos para llegar. La figura muestra un ejemplo de rutas que comparten un router.

Entre los protocolos de enrutamiento comunes se incluyen:

- protocolo de información de enrutamiento (RIP),
- protocolo de enrutamiento de gateway interior mejorado (EIGRP), y
- Open Shortest Path First (OSPF).

Enrutamiento dinámico



El Router B obtiene información sobre las redes del Router C en forma dinámica.

El siguiente salto del Router B a 10.1.1.0 y 10.1.2.0 es **192.168.1.2** (Router C).

El Router A obtiene información sobre las redes del Router C en forma dinámica desde el Router B.

El siguiente salto del Router A hacia 10.1.1.0 y 10.1.2.0 es **192.168.2.2** (Router B).