



# Introducción al enrutamiento y envío de paquetes

Jean Polo Cequeda Olago



## Conceptos y protocolos de enrutamiento. Capítulo 1

Cisco | Networking Academy®  
Mind Wide Open™

## Objetivos

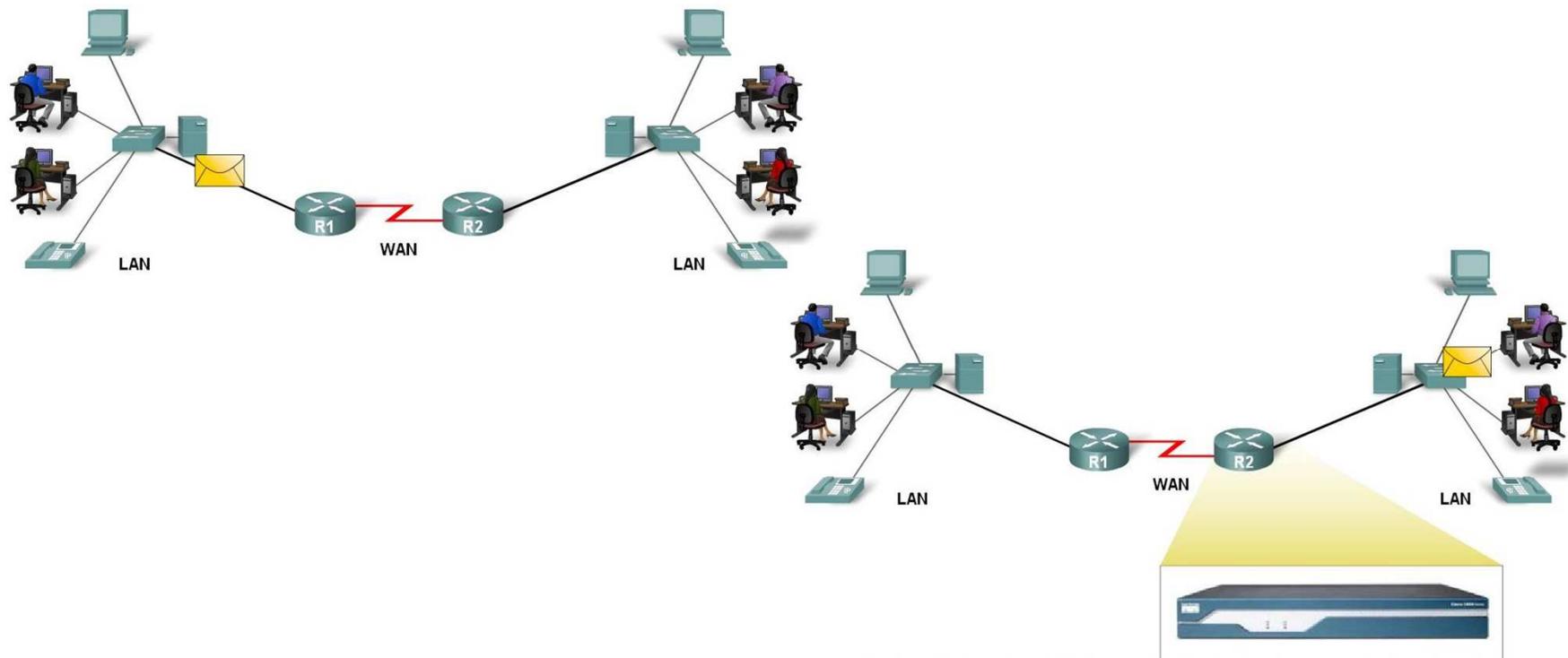
- Identificar un router como una computadora con SO y hardware diseñados para el proceso de enrutamiento.
- Demostrar la capacidad de configurar dispositivos y aplicar direcciones.
- Describir la estructura de una tabla de enrutamiento.
- Describir el proceso por medio del cual un router determina la ruta y conmuta paquetes.

# El router como una computadora

- Describa la función básica de un router
  - Son computadoras que se especializan en el envío de paquetes a través de redes de datos. Son los responsables de la interconexión de las redes: seleccionan la mejor ruta para transmitir los paquetes y los reenvían al destino.
  
- Los routers son el centro de una red
  - Por lo general, los routers tienen 2 conexiones:
    - Conexión WAN (conexión a un ISP)
    - Conexión LAN

# El router como una computadora

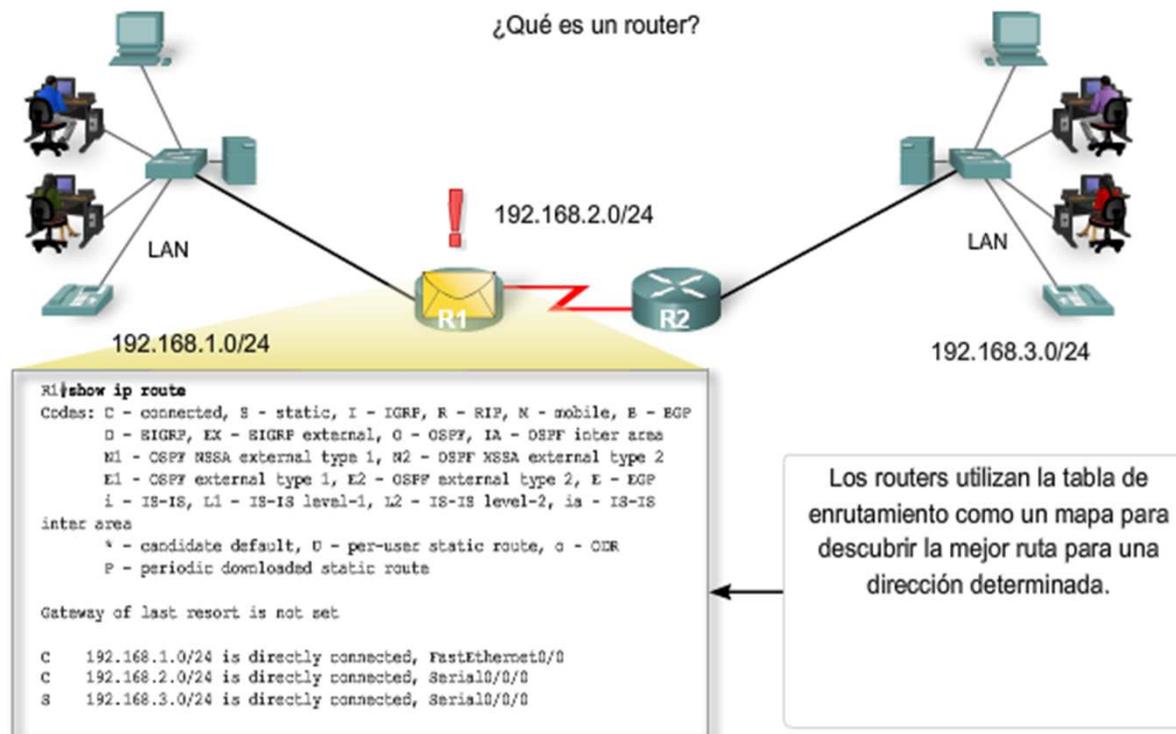
- Los datos se envían en paquetes entre 2 dispositivos finales
- Los routers se usan para dirigir los paquetes hacia los destinos



Los routers dirigen paquetes hacia el destino correspondiente. Los routers conectan diferentes medios.

# El router como una computadora

- Los routers examinan la dirección IP de destino del paquete y, con la ayuda de una tabla de enrutamiento, determinan cuál es la mejor ruta



# El router como una computadora

- Los componentes de los routers y sus funciones:
  - **CPU:** Ejecuta las instrucciones del sistema operativo
  - **Memoria de acceso aleatorio (RAM):** Contiene la copia en ejecución del archivo de configuración. Almacena la tabla de enrutamiento. Los contenidos de la RAM se pierden cuando se apaga el equipo
  - **Memoria de sólo lectura (ROM):** Almacena software de diagnóstico que se usa cuando se enciende el router. Contiene el programa bootstrap
  - **RAM no volátil (NVRAM):** Almacena la configuración de inicio. Esta configuración puede incluir direcciones IP (protocolo de enrutamiento, nombre de host del router)
  - **Memoria flash:** Contiene el sistema operativo (IOS de Cisco).
  - **Interfaces:** Hay varias interfaces físicas que se usan para conectar redes. Ejemplos de tipos de interfaces:
    - Interfaces Ethernet/Fast Ethernet
    - Interfaces seriales
    - Interfaces de administración

# El router como una computadora

- Componentes del router

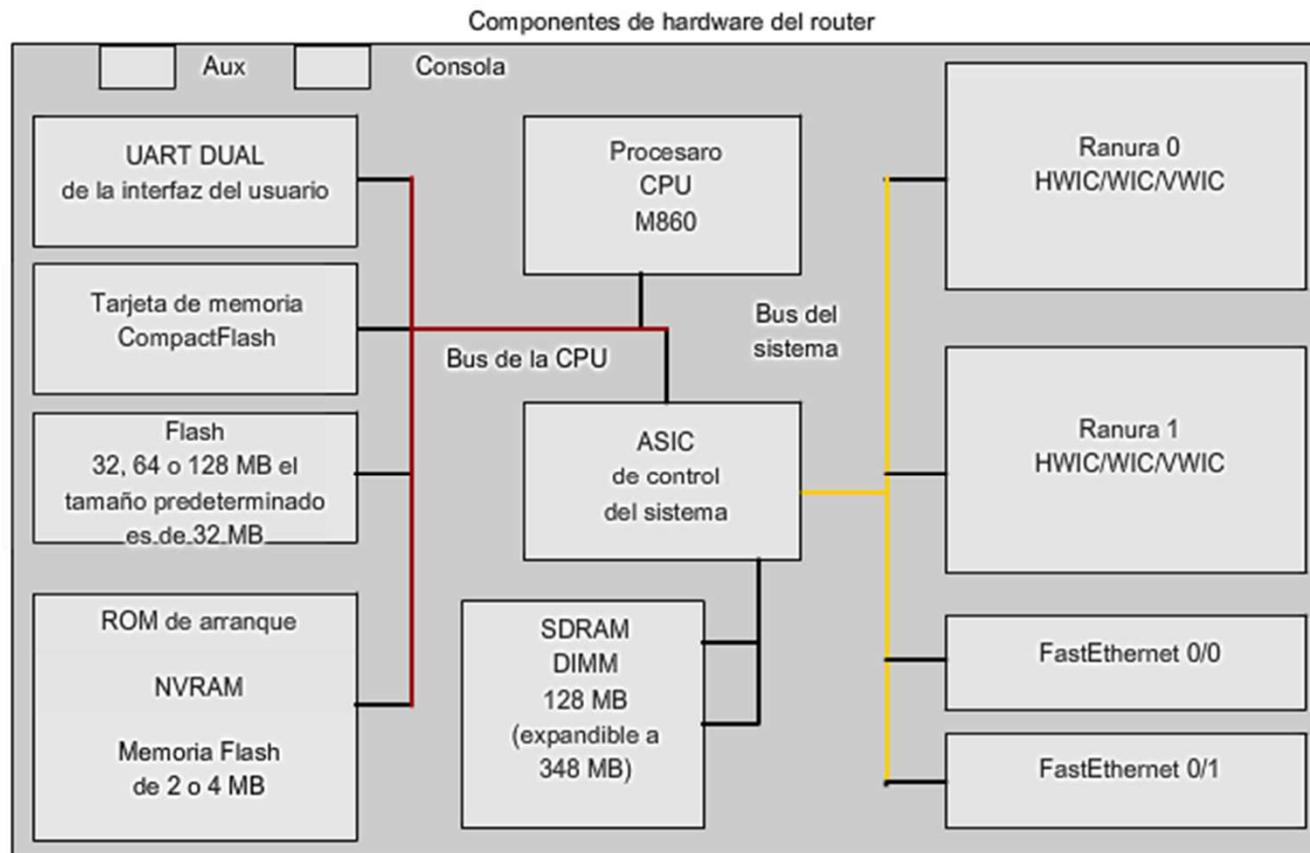


Diagrama lógico de los componentes internos de un router Cisco 1841  
 Desplácese sobre los componentes para ver una descripción breve.

# El router como una computadora

- Fases principales del proceso de inicio del router

- Prueba del hardware del router

Autodiagnóstico al encender (POST)

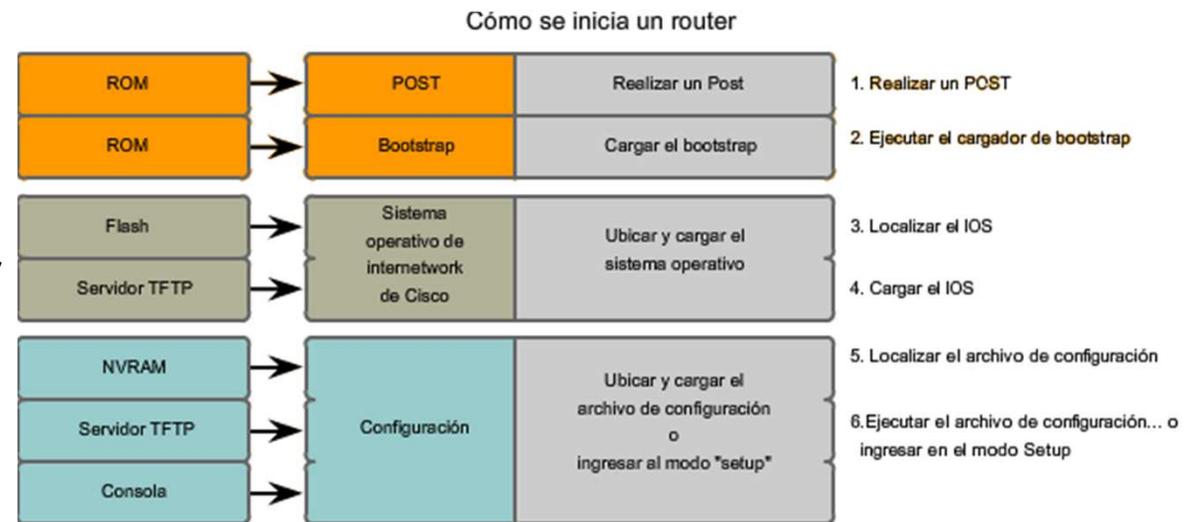
Ejecución del cargador de bootstrap

- Búsqueda y carga del software IOS de Cisco

- Búsqueda del IOS
- Carga del IOS

- Búsqueda y carga del archivo de configuración de inicio o ingreso al modo Setup

- El programa bootstrap busca el archivo de configuración.



# El router como una computadora

- Verificación del proceso de inicio del router:
  - El comando show version se usa para visualizar información del router durante el proceso de inicio. Esta información incluye:
    - Número del modelo de plataforma
    - Nombre de la imagen y versión del IOS
    - Versión del programa bootstrap almacenado en la ROM
    - Nombre del archivo de imagen y ubicación del lugar de carga
    - Cantidad y tipo de interfaces
    - Cantidad de NVRAM
    - Cantidad de memoria flash
    - Registro de configuración

# El router como una computadora

## Cómo se inicia un router

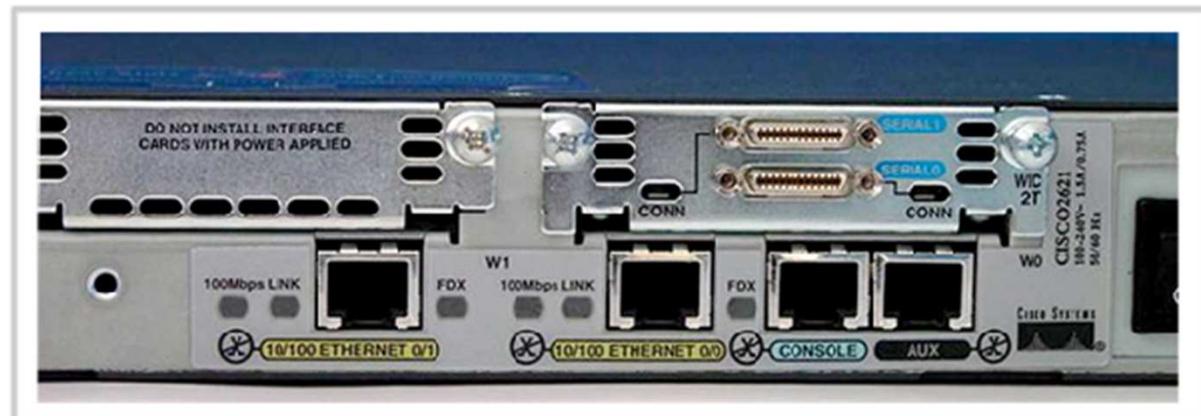
<p>Versión de IOS ←</p> <p>Versión del bootstrap ←</p> <p>Modelo y CPU ←</p> <p>Cantidad de RAM ←</p> <p>Cantidad y tipo de interfaces ←</p> <p>Cantidad de NVRAM ←</p> <p>Cantidad de Flash ←</p>	<pre> Router#show version Cisco Internetwork Operating System Software IOS (tm) C2600 Software (C2600-I-M), Version 12.2(28), RELEASE SOFTWARE (fc5) Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport Copyright (c) 1986-2005 by cisco Systems, Inc. Compiled Wed 27-Apr-04 19:01 by niwang Image text-base: 0x8000808C, data-base: 0x80A1FECC ROM: System Bootstrap, Version 12.1(3r)T2, RELEASE SOFTWARE (fc1) CDATA[Copyright (c) 2000 by cisco Systems, Inc. ROM: C2600 Software (C2600-I-M), Version 12.2(28), RELEASE SOFTWARE (fc5) System returned to ROM by reload System image file is "flash:c2600-i-mz.122-28.bin" cisco 2621 (MPC860) processor (revision 0x200) with 60416K/5120K bytes of memory. Processor board ID JAD05190NTZ (4292891495) M860 processor: part number 0, mask 49 Bridging software. x.25 software, Version 3.0.0. 2 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s) 2 Low-speed serial(sync/async) network interface(s) 32K bytes of non-volatile configuration memory. 16384K bytes of processor board system flash (Read/Write) Configuration register is 0x2102 Router#                     </pre>
--	--

# El router como una computadora

- La interfaz del router es un conector físico que permite que el router envíe o reciba paquetes
- Cada interfaz se conecta a una red diferente
- Consiste en un socket o jack ubicado en el exterior del router
- Tipos de interfaces del router:

- Ethernet
- Fastethernet
- Serial
- DSL
- ISDN
- Cable

Cada interfaz individual se conecta a una red diferente. Por lo tanto, cada interfaz tiene una máscara/dirección IP de dicha red.

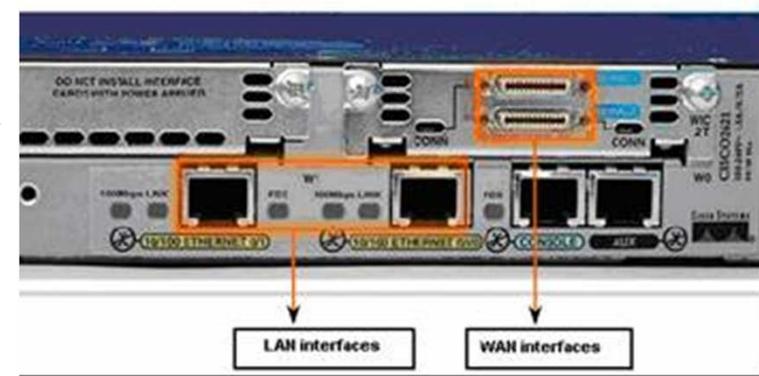


# El router como una computadora

- Hay dos grupos principales de interfaces del router

## Interfaces LAN:

- Se usan para conectar el router a la red LAN
- Tienen una dirección MAC de capa 2
- Se les puede asignar una dirección IP de capa 3
- Por lo general, se componen de un jack RJ-45



- Interfaces WAN:

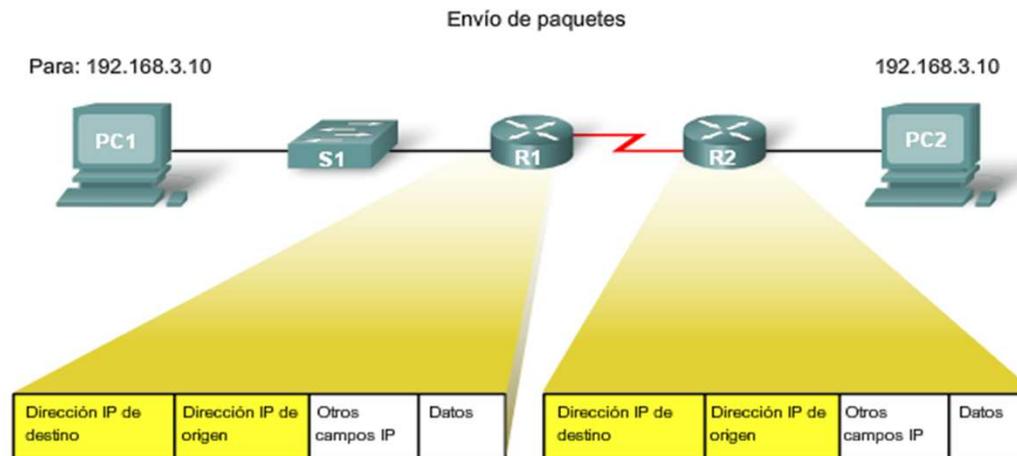
- Se usan para conectar routers a redes externas que interconectan redes LAN
- Según la tecnología WAN usada, es posible utilizar una dirección de capa 2
- Usan una dirección IP de capa 3

# El router como una computadora

- Los routers y la capa de red

Los routers usan direcciones IP de destino para reenviar paquetes

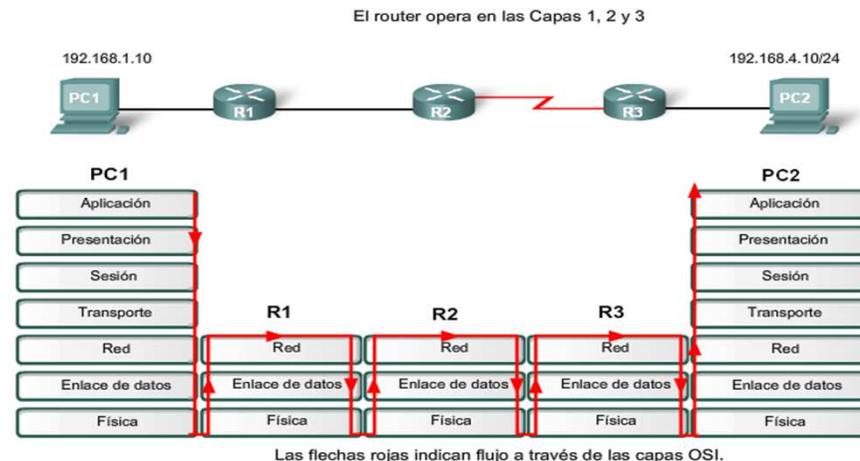
- El router determina la ruta por la que se transmitirá un paquete después de consultar la información de la tabla de enrutamiento
- El router determina cuál es la mejor ruta
- Se encapsula el paquete dentro de una trama
- Luego, se coloca la trama, en forma de bits, en un medio de red



Cada router examina la dirección IP de destino para enviar en forma correcta el paquete.

# El router como una computadora

- Los routers funcionan en las capas 1, 2 y 3
  - El router recibe un stream de bits codificados
  - Se decodifican los bits y se transmiten a la capa 2
  - El router desencapsula la trama
  - El paquete resultante se transmite a la capa 3
    - Para tomar las decisiones de enrutamiento de esta capa, se examina la dirección IP de destino
  - Luego, el paquete se vuelve a encapsular y se envía a la interfaz de salida



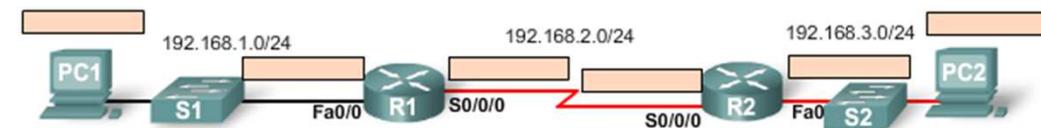
Las flechas rojas indican flujo a través de las capas OSI.

# Configuración de dispositivos y aplicación de direcciones

- Implementación de esquemas de direccionamiento básicos
- Cuando se diseña una nueva red o se realizan asignaciones de una red existente, se debe proporcionar la siguiente información en un documento:
  - Un diseño de topología que muestre la conectividad física
  - Una tabla de direcciones que contenga la siguiente información:

- Nombre del dispositivo
- Interfaces usadas
- Direcciones IP
- Gateway por defecto

Documentación de un esquema de direccionamiento



R1	Fa0/0	192.168.1.1	255.255.255.0	N/A
	SO/0/0	192.168.2.1	255.255.255.0	N/A
R2	Fa0/0		255.255.255.0	N/A
	SO/0/0		255.255.255.0	N/A
PC1	N/A	192.168.1.10	255.255.255.0	192.168.1.1
PC2	N/A		255.255.255.0	

# Configuración de dispositivos y aplicación de direcciones

- Configuración básica del router
- Una configuración básica de router debe tener lo siguiente:
  - **Nombre del router**: El nombre de host debe ser único
  - **Título**: Como mínimo, el título debe prohibir el uso no autorizado
  - **Contraseñas**: Se deben usar contraseñas seguras
  - **Configuración de interfaces**: Se debe especificar el tipo de interfaz, la dirección IP y la máscara de subred. Describa la función de la interfaz. Ejecute el comando no shutdown. Para la interfaz serial DCE, ejecute el comando clock rate.
- Después de introducir la configuración básica, deben realizarse las siguientes tareas
  - **Verifique** la configuración básica y el funcionamiento del router
  - **Guarde** los cambios en un router

# Configuración de dispositivos y aplicación de direcciones



Sintaxis básica del comando de configuración del router	
Denominación del router	Router (config)#hostname <i>name</i>
Configuración de contraseñas	Router (config)#enable secret <i>password</i>
	Router (config)#line console 0
	Router (config-line)#password <i>password</i>
	Router (config-line)#login
	Router (config)#line vty 0 4
	Router (config-line)#password <i>password</i>
Configuración de un mensaje del día	Router (config)#banner motd # <i>message</i> #
Configuración de una interfaz	Router (config)#interface <i>type number</i>
	Router (config-if)#ip address <i>address mask</i>
	Router (config-if)#description <i>description</i>
	Router (config-if)#no shutdown
Cómo guardar cambios realizados en un router	Router#copy running-config startup-config
Análisis del resultado de los comandos <b>show</b>	Router#show running-config
	Router#show ip route
	Router#show ip interface brief
	Router#show interfaces

# Configuración de dispositivos y aplicación de direcciones

- Verificación de la configuración básica del router
  - Ejecute el comando *show running-config*
  - Ejecute el comando *copy running-config startup-config* para guardar la configuración básica del router
  - Estos son comandos adicionales que le permitirán verificar con más detalle la configuración del router:
    - *Show running-config*: muestra la configuración actual de la RAM
    - *Show startup-config*: muestra el archivo de configuración de NVRAM
    - *Show IP route*: muestra la tabla de enrutamiento
    - *Show interfaces*: muestra todas las configuraciones de interfaces
    - *Show ip int brief*: muestra información resumida de las configuraciones de interfaces

# Estructura de la tabla de enrutamiento

- La tabla de enrutamiento se almacena en la RAM y contiene información sobre lo siguiente:
  - **Redes conectadas directamente:** Corresponde a un dispositivo conectado a otra interfaz del router
  - **Redes conectadas de forma remota:** Una red que no está conectada directamente a un router particular
  - **Información detallada** acerca de las redes incluye la fuente de la información, la dirección de red y la máscara de subred, y la dirección IP del router de siguiente salto
- El comando **show ip route** se utiliza para visualizar una tabla de enrutamiento.

# Estructura de la tabla de enrutamiento

- Cómo agregar una red conectada a la tabla de enrutamiento
  - Interfaces del router
    - Cada interfaz del router pertenece a una red **distinta**
    - Se activan con el comando *no shutdown*
    - Para que haya rutas estáticas y dinámicas en la tabla de enrutamiento, debe haber redes conectadas directamente



```

R1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

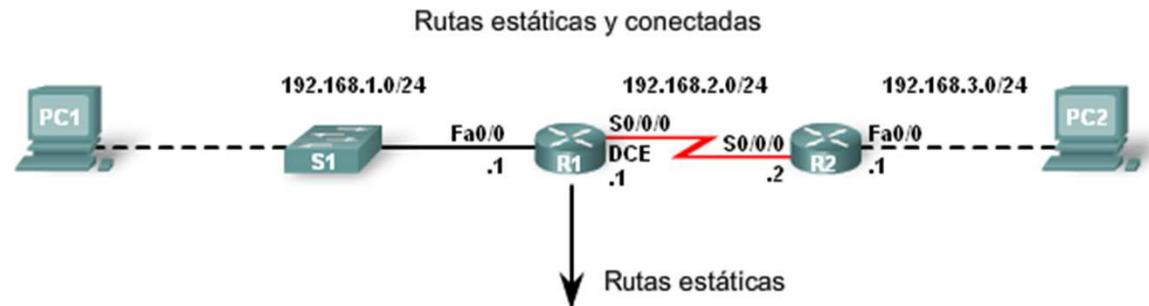
C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
S    192.168.3.0/24 [1/0] via 192.168.2.2
    
```

# Estructura de la tabla de enrutamiento

- Rutas estáticas de la tabla de enrutamiento
  - Incluyen: la dirección de red, la máscara de subred y la dirección IP del router de siguiente salto o la interfaz de salida
  - Se indican, en la tabla de enrutamiento, con el código **S**
  - Antes de poder usar el enrutamiento estático o dinámico, las tablas de enrutamiento deben tener redes conectadas directamente usadas para conectar redes remotas
  
- Cuándo usar las rutas estáticas?
  - Cuando la red tiene sólo unos pocos routers
  - Cuando la red está conectada a Internet sólo a través de un ISP
  - Cuando se usa una topología hub-and-spoke en una red de gran tamaño

# Estructura de la tabla de enrutamiento

- Rutas estáticas y conectadas



```

R1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
S    192.168.3.0/24 [1/0] via 192.168.2.2
  
```

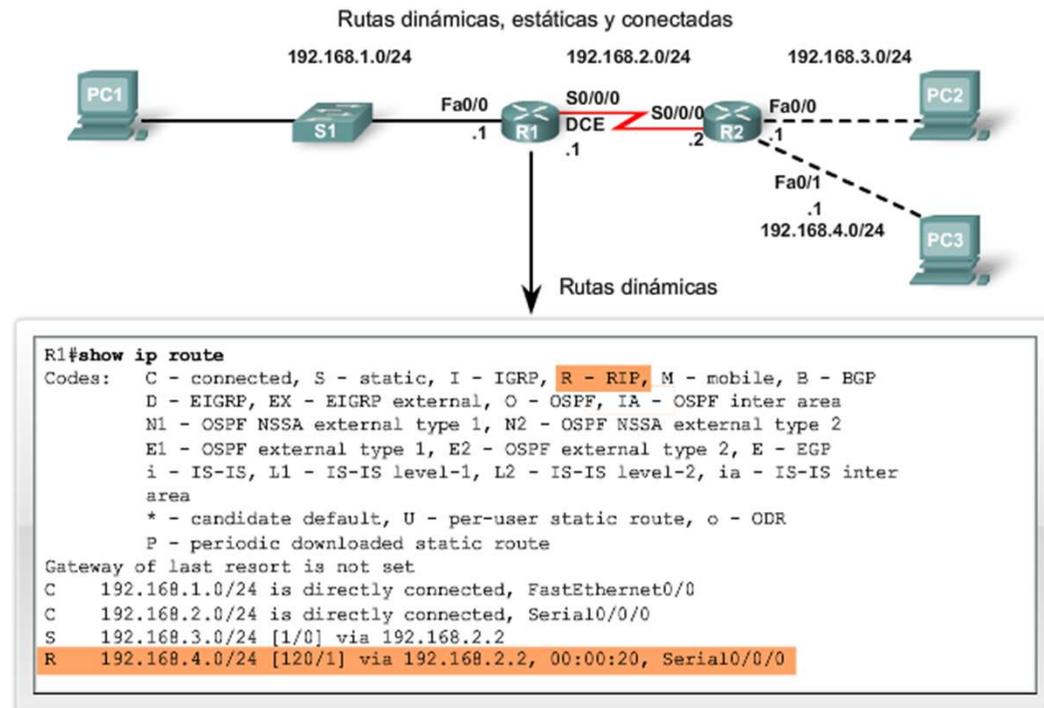
# Estructura de la tabla de enrutamiento

- **Protocolos de enrutamiento dinámico**
  - Se usan para agregar redes remotas a una tabla de enrutamiento
  - Se usan para detección de redes
  - Se usan para la actualización y el mantenimiento de las tablas de enrutamiento
  
- **Detección automática de redes**
  - Los routers pueden detectar nuevas redes mediante el uso compartido de la información de las tablas de enrutamiento

# Estructura de la tabla de enrutamiento

- Mantenimiento de las tablas de enrutamiento
  - Los protocolos de enrutamiento dinámico se usan para compartir información de enrutamiento entre routers y para mantener las tablas de enrutamiento actualizadas
- Protocolos de enrutamiento IP. Ejemplos de protocolos de enrutamiento:

- RIP
- IGRP
- EIGRP
- OSPF



# Estructura de la tabla de enrutamiento

- Principios de la tabla de enrutamiento
  - Hay 3 principios en lo que respecta a las tablas de enrutamiento:
    - Cada router toma decisiones en forma independiente, sobre la base de la información que posee en la tabla de enrutamiento
    - Cada tabla de enrutamiento puede contener información diferente
    - Una tabla de enrutamiento tiene información sobre cómo llegar a un destino, pero no sobre cómo regresar

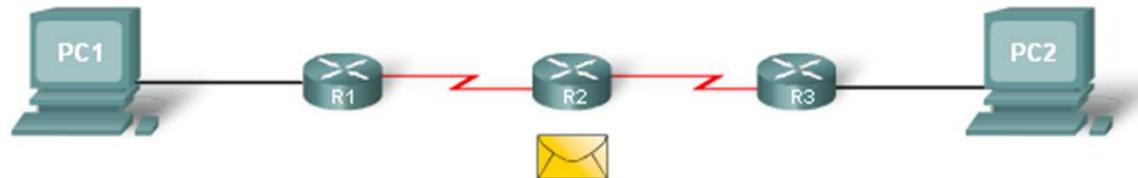
Principio de enrutamiento 3 en acción



# Estructura de la tabla de enrutamiento

- Efectos de los 3 principios de la tabla de enrutamiento
  - Los paquetes se reenvían a través de la red de un router a otro, de salto a salto
  - Los paquetes pueden transmitirse al destino por la ruta “X” y regresar por la ruta “Y” (enrutamiento asimétrico)

Principio de enrutamiento 3 en acción



# Rutas de routers y conmutación de paquetes

- El formato de paquete protocolo de internet (IP) contiene campos que proporcionan información sobre el paquete y sobre los hosts emisores y receptores.
- Campos importantes para los estudiantes de CCNA:
  - Dirección IP de destino
  - Dirección IP de origen
  - Versión y TTL
  - Longitud del encabezado IP
  - Prioridad y tipo de servicio
  - Longitud del paquete

Campos de paquetes IP

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4
IHL	Tipo de servicio	Longitud del paquete	
Identificación		Señalizador	Desplazamiento de fragmentos
Protocolo		Checksum del encabezado	
Opciones			
			Relleno

# Rutas de routers y conmutación de paquetes

- Formato de la trama de capa MAC
- Las tramas MAC también se dividen en campos. Incluyen:
  - Preámbulo
  - Delimitador de inicio de trama
  - Dirección MAC de destino
  - Dirección MAC de origen
  - Tipo/longitud
  - Datos y pad
  - Secuencia de verificación de tramas

Campos de trama Ethernet

Ethernet

Longitud del campo en bytes

8	6	6	2	46-1500	4
Preámbulo	Dirección de destino	Dirección de origen	Tipo	Datos	FCS

IEEE 802.3

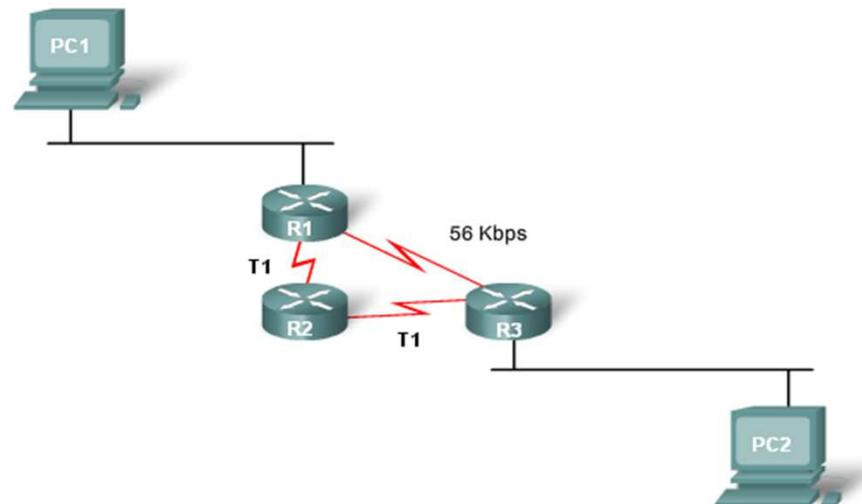
Longitud del campo en bytes

7	1	6	6	2	46-1500	4
Preámbulo	S O F	Dirección de destino	Dirección de origen	Longitud	Encabezado y datos 802.2	FCS

# Rutas de routers y conmutación de paquetes

- Una **métrica** es un **valor numérico** que usan los protocolos de enrutamiento para determinar cuál es la mejor ruta a un destino
  - **Cuanto menor** sea el valor de la métrica, **mejor será** la ruta
- Dos tipos de métricas que usan los protocolos de enrutamiento son:
  - **Conteo de saltos**: la cantidad de routers que un paquete debe atravesar antes de llegar al destino
  - **Ancho de banda**: la “velocidad” de un enlace. También se conoce como “capacidad de datos” de un enlace

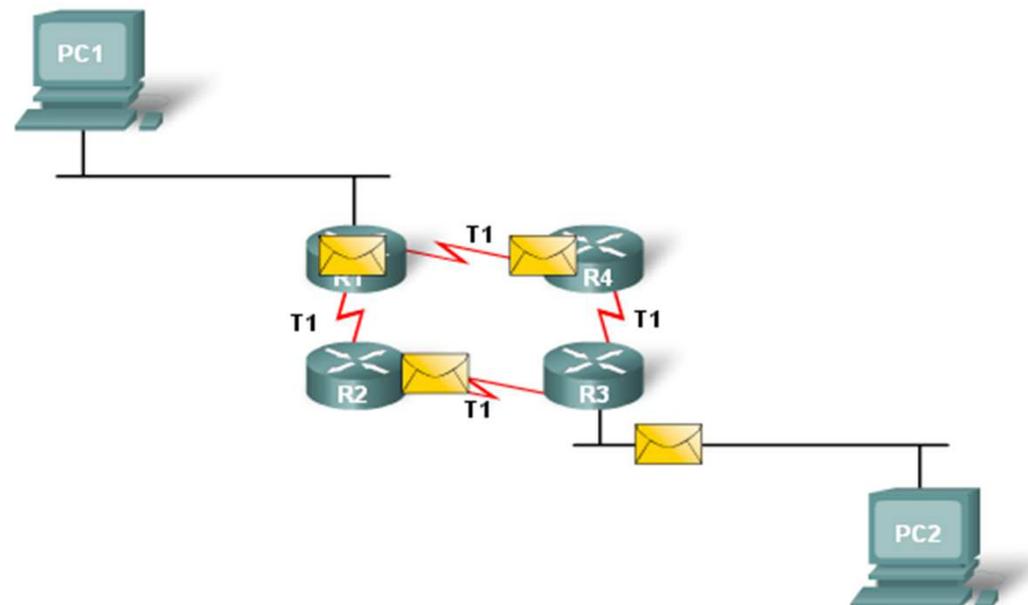
Conteo de saltos en comparación con el ancho de banda como métrica



# Rutas de routers y conmutación de paquetes

- **Métrica del mismo costo:** condición en la que un router tiene **varias rutas al mismo destino** con la misma métrica.
- Para solucionar este dilema, el router **usará el balanceo de carga de mismo costo**. Esto significa que el router enviará los paquetes a través de las múltiples interfaces de salida enumeradas en la tabla de enrutamiento.

Balanceo de carga de mismo costo



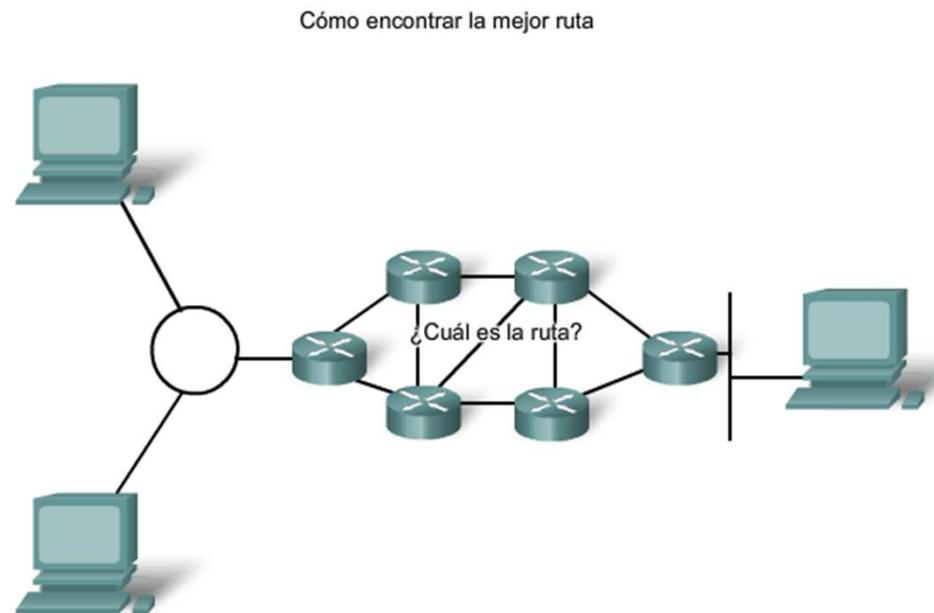
# Rutas de routers y conmutación de paquetes

- **La determinación de la ruta** es un proceso que usa el router para seleccionar la mejor ruta a un destino
- La búsqueda de la mejor ruta tiene como resultado **una de tres determinaciones de ruta:**

Red conectada directamente

Red remota

No se determina una ruta



Los routers determinan la mejor ruta hacia el destino

## Rutas de routers y conmutación de paquetes

- **La función de conmutación** de un router es el proceso que usa un router para conmutar un paquete de una interfaz de entrada a una interfaz de salida en el mismo router.
  - Cuando un router recibe un paquete, sucede lo siguiente:
    - **Se eliminan** los encabezados de capa 2
    - **Se analiza la dirección IP de destino** ubicada en el encabezado de capa 3 para encontrar la mejor ruta al destino
    - **Se vuelve a encapsular** el paquete de capa 3 en una trama de capa 2
    - **Se reenvía la trama** a través de la interfaz de salida

## Rutas de routers y conmutación de paquetes

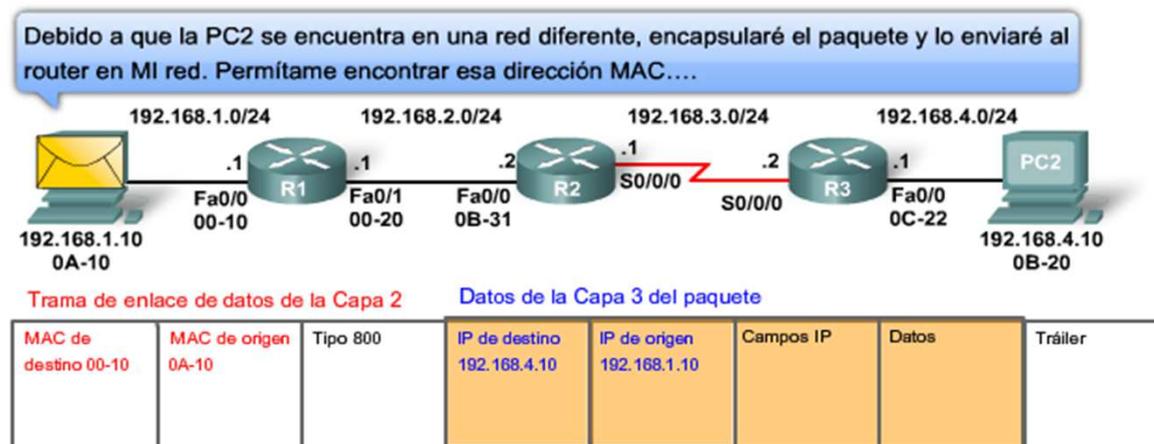
- Mientras un paquete se transmite de un dispositivo de networking a otro:
  - Las **direcciones IP** de origen y destino **NO** cambian
  - Las **direcciones MAC** de origen y destino **CAMBIAN** cuando el paquete se reenvía de un router a otro
  - El campo TTL disminuye de a un número hasta llegar a un valor de cero. En ese momento, el router descarta el paquete (este mecanismo evita que los paquetes se transmitan a través de la red de forma indefinida)

# Rutas de routers y conmutación de paquetes

- Información sobre la función de conmutación y determinación de rutas. A continuación, se muestra parte de lo que ocurre cuando la PC1 desea enviar un paquete a la PC2:

**Paso 1:** la PC1 encapsula el paquete en una trama. La trama tiene la dirección MAC de destino del R1

Funcionamiento diario de un paquete: Paso 1



Caché ARP de la PC1 para R1

Dirección IP	Dirección MAC
192.168.1.1	00-10

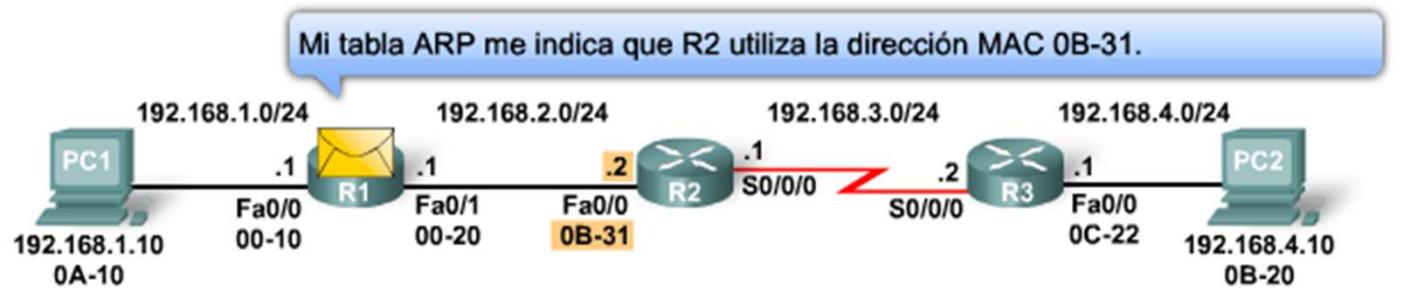
# Rutas de routers y conmutación de paquetes

**Paso 2:** el R1 recibe la trama de Ethernet.

- El R1 reconoce que la dirección MAC de destino coincide con la dirección MAC propia.
- Luego, el R1 elimina la trama de Ethernet.
- El R1 examina la IP de destino.
- El R1 busca la IP de destino en la tabla de enrutamiento.
- Una vez que encontró la IP de destino en la tabla de enrutamiento, el R1 busca la dirección IP de siguiente salto.
- El R1 vuelve a encapsular el paquete IP con una nueva trama de Ethernet.
- El R1 reenvía el paquete Ethernet a través de la interfaz Fa0/1.

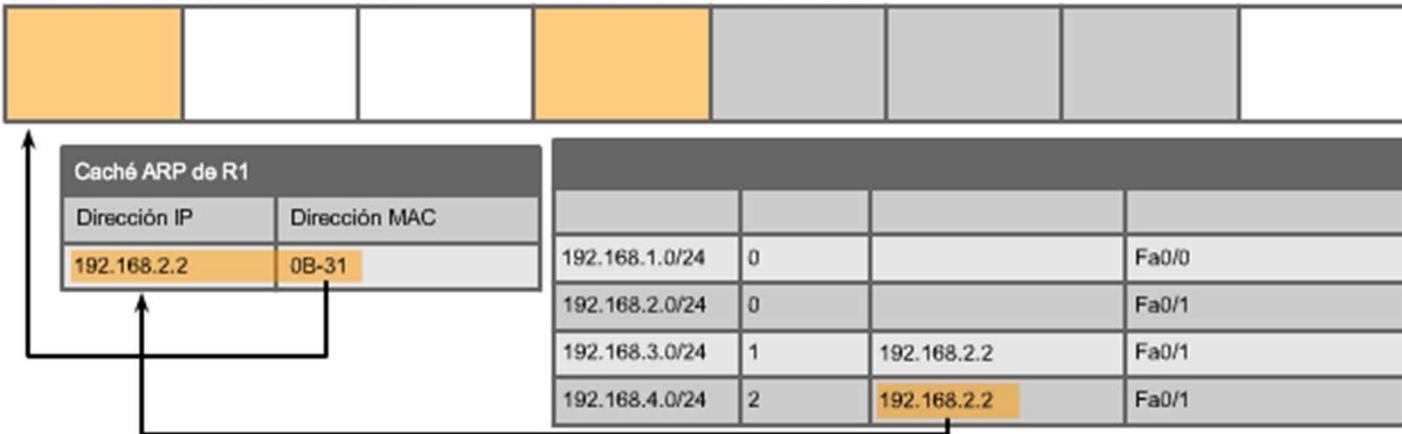
# Rutas de routers y conmutación de paquetes

Funcionamiento diario de un paquete: Paso 2



Capa 2: Trama de enlace de datos

Datos de la capa 3 del paquete



# Rutas de routers y conmutación de paquetes

- Información sobre la función de conmutación y determinación de rutas. A continuación, se muestra parte de lo que ocurre cuando la PC1 desea enviar un paquete a la PC2:

## Paso 3: el paquete llega al R2

- El R2 recibe la trama de Ethernet
- El R2 reconoce que la dirección MAC de destino coincide con la dirección MAC propia
- Luego, el R2 elimina la trama de Ethernet
- El R2 examina la IP de destino
- El R2 busca la IP de destino en la tabla de enrutamiento
- Una vez que encontró la IP de destino en la tabla de enrutamiento, el R2 busca la dirección IP de siguiente salto
- El R2 vuelve a encapsular el paquete IP con una nueva trama de enlace de datos
- El R2 reenvía el paquete Ethernet a través de la interfaz S0/0

Funcionamiento diario de un paquete: Paso 3



# Rutas de routers y conmutación de paquetes

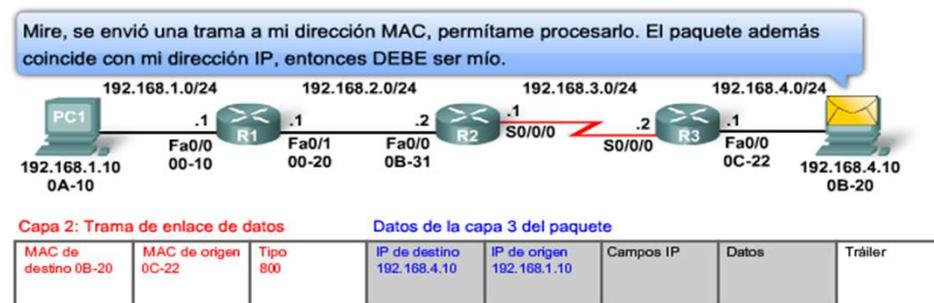
- Información sobre la función de conmutación y determinación de rutas. A continuación, se muestra parte de lo que ocurre cuando la PC1 desea enviar un paquete a la PC2

## Paso 4: el paquete llega al R3

- R3 recibe la trama de PPP
- Luego, el R3 elimina la trama de PPP
- El R3 examina la IP de destino
- El R3 busca la IP de destino en la tabla de enrutamiento
- Una vez que encontró la IP de destino en la tabla de enrutamiento, el R3 se conecta directamente al destino a través de la interfaz Fast Ethernet
- El R3 vuelve a encapsular el paquete IP con una nueva trama de Ethernet
- El R3 reenvía el paquete Ethernet a través de la interfaz Fa0/0

## Paso 5: el paquete IP llega a la PC2. Se desencapsula la trama y la procesan los protocolos de capa superior

Funcionamiento diario de un paquete: Paso 4



# Resumen

- Los routers son computadoras que se especializan en el envío de datos a través de redes
- Los routers están formados por:
  - Hardware, es decir, la CPU, la memoria, el bus del sistema y las interfaces
  - Software que administra el proceso de enrutamiento
    - IOS
    - Archivo de configuración
- Es necesario configurar los routers. Las configuraciones básicas son:
  - El nombre del router
  - El título del router
  - Las contraseñas
  - Las configuraciones de interfaz, es decir, la dirección IP y la máscara de subred
- Las tablas de enrutamiento contienen la siguiente información:
  - Redes conectadas directamente
  - Redes conectadas de forma remota
  - Direcciones de red y máscaras de subred
  - Dirección IP de la dirección de siguiente salto

## Resumen

- Los routers determinan qué ruta debe tomar un paquete para llegar al destino, de la siguiente forma:
  - Reciben una trama encapsulada y analizan la dirección MAC de destino.
  - Si la dirección MAC coincide, se desencapsula la trama para que el router pueda analizar la dirección IP de destino.
  - Si la dirección IP de destino está en la tabla de enrutamiento o si hay una ruta estática, el router determina la dirección IP de siguiente salto. El router vuelve a encapsular el paquete con la trama de capa 2 adecuada y la envía al destino siguiente.
  - El proceso continúa hasta que el paquete llega al destino.
  - Nota: Sólo cambian las direcciones MAC; las direcciones IP de origen y de destino no cambian.

