

Internetworking

IP

DC - FCEyN - UBA

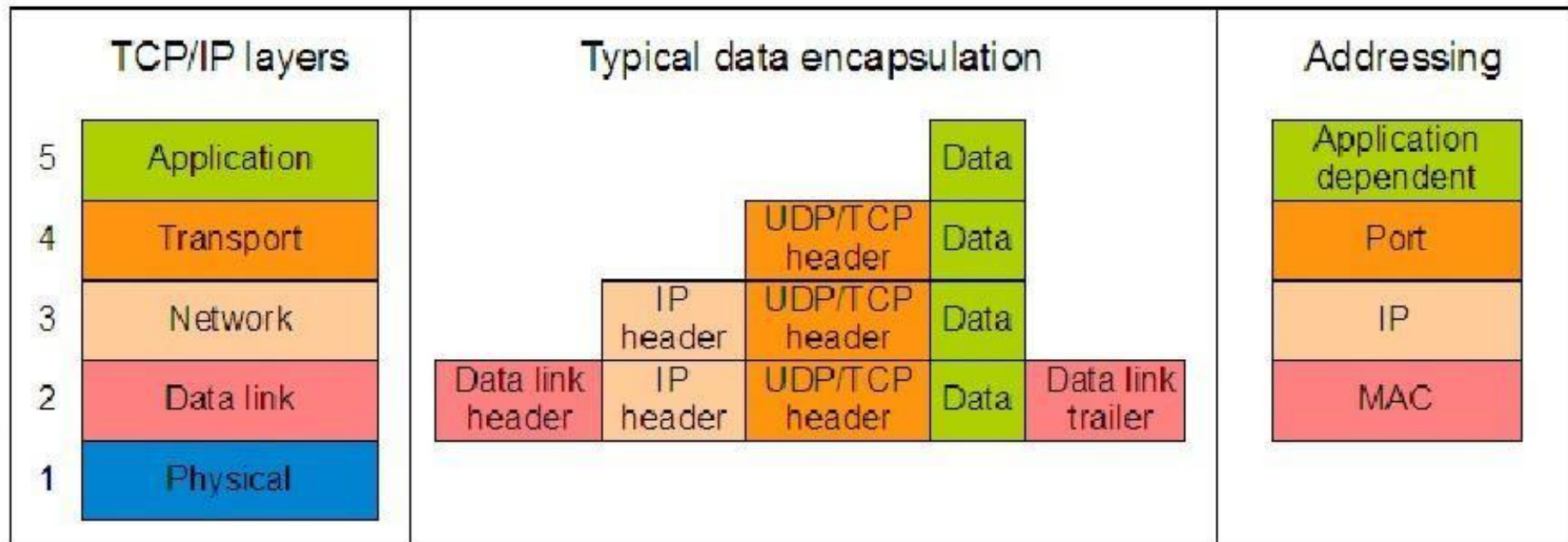
Sumario

- Internetworking IP.
- Direcciones IP.
- Forwarding (o ruteo) de datagramas en IP.
- Configuraciones típicas.

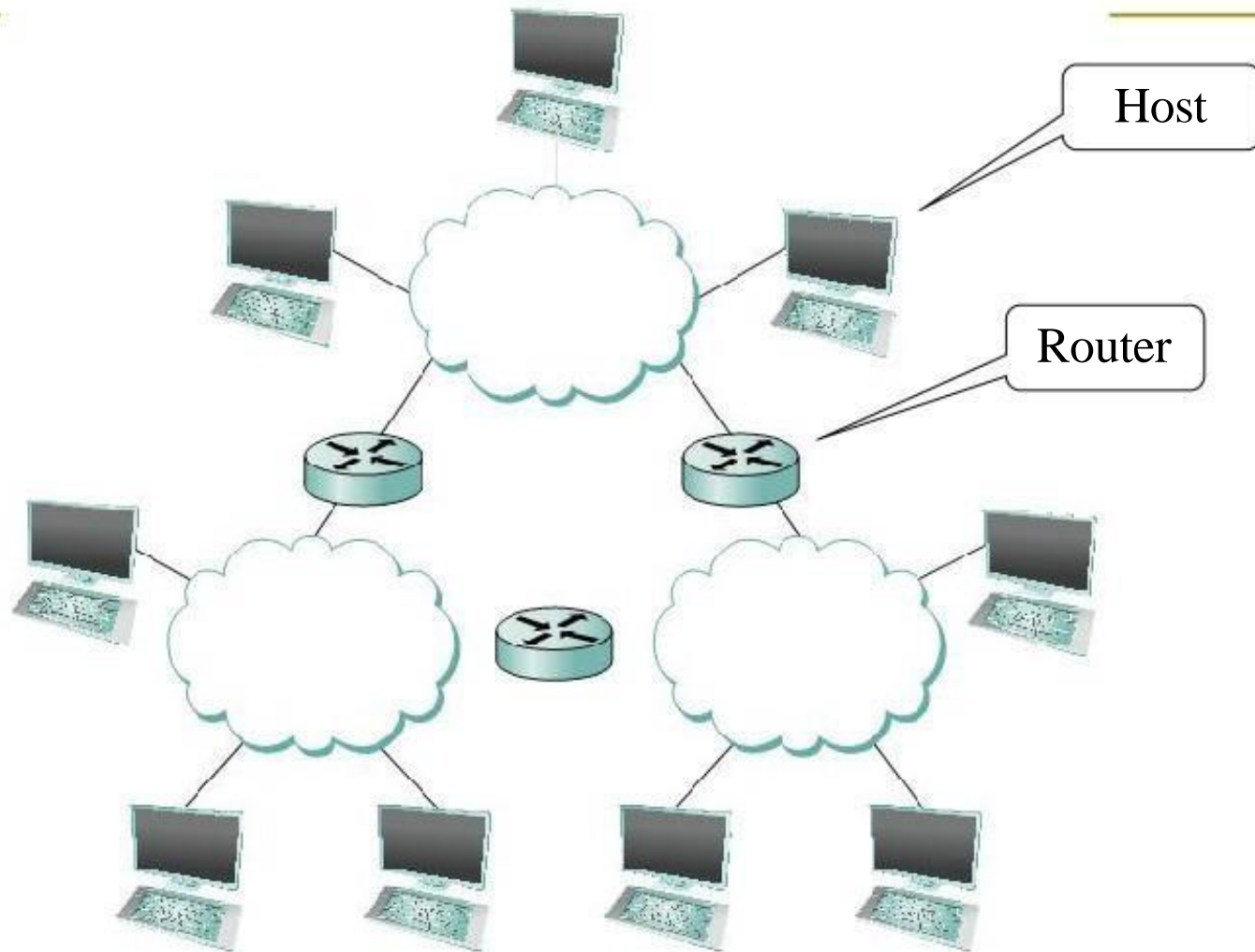
Bibliografía:

- Principal: Computer Networks. Peterson & Davie. 6º edición.
 - Complementaria: Computer Networks. Tanenbaum & Wetherall. 5º edición.

Capas, encapsulamiento y direccionamiento



Capa 3: Interconexión de redes: la visión de IP

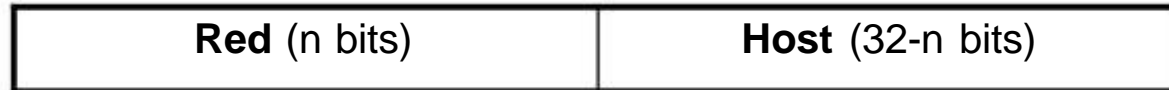


Direcciones IP

- Cada host y router en Internet tiene al menos una dirección IP.
- En realidad las direcciones se asignan a las **interfaces**. Por ejemplo, si un host tiene **varias** interfaces (host “multihomed”) **cada una** tendrá una dirección IP.
- Las direcciones IP tienen una longitud de 4 bytes (**32 bits**) y se suelen representar como cuatro números decimales separados por puntos (**notación dot**), ej.: 147.156.135.22
- En principio cada uno de los cuatro bytes puede tener cualquier número entre 0 y 255, aunque **algunas direcciones** están **reservadas**.

Direcciones y máscaras

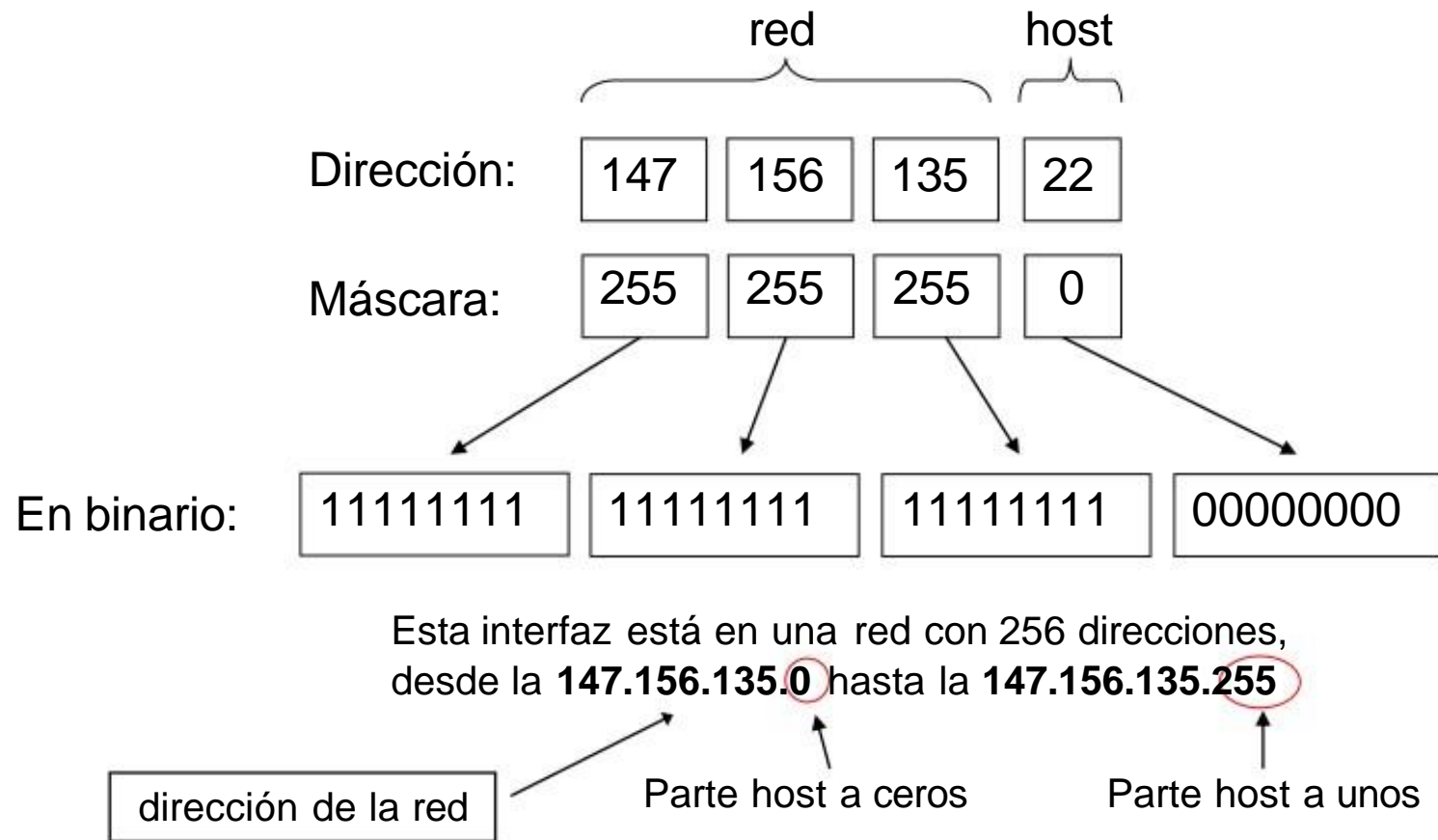
- Los hosts y routers interpretan las direcciones IP separándolas en dos partes, la de **red** y la de **host**:



- La longitud de cada parte se indica mediante un parámetro denominado **máscara de red**.
- La máscara tiene también una longitud de 32 bits y está formada por un conjunto de unos seguido de ceros. **Los unos indican la parte red**.
- Como la dirección IP, la máscara se expresa mediante cuatro números decimales separados por puntos, ej.:
255.255.255.0

Dirección IP y máscara

- Al **configurar** la dirección IP de una **interfaz** hay que especificar la **máscara** utilizada. Por ejemplo:



Uso reservado de la primera y la última direcciones de cada red

- Cuando tenemos una red, por ejemplo la 40.40.25.0 con máscara 255.255.255.0:
 - La **primera** dirección posible (40.40.25.0) identifica la **red**.
 - La **última** dirección posible (40.40.25.255) es la de **broadcast** en esa red.
 - El **rango asignable** en este caso sería desde 40.40.25.1 hasta 40.40.25.254.
- **No se puede asignar a una interfaz ni la primera ni la última direcciones de cada red.**

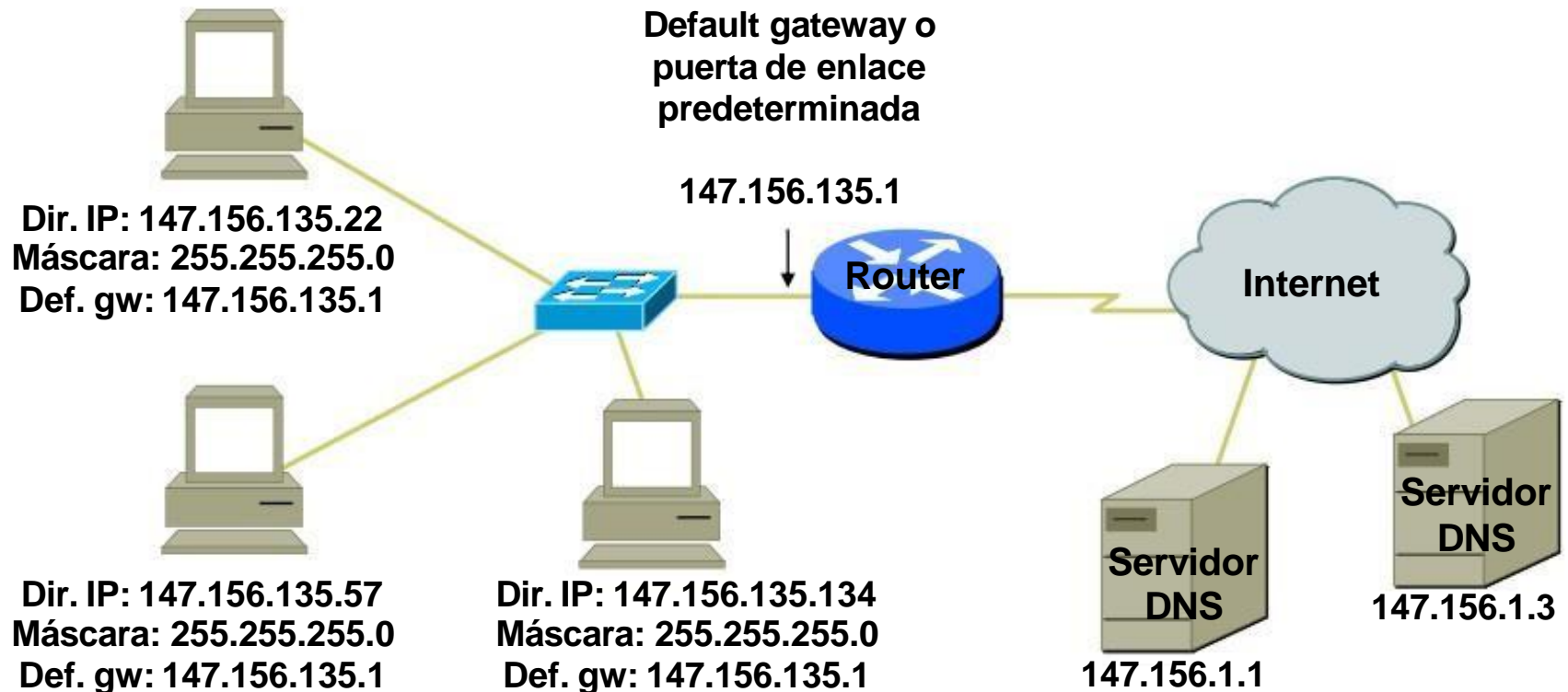
Asignación de dirección IP a un host

- La asignación de direcciones y máscaras puede hacerse:
 - Por configuración **manual** en el propio equipo.
 - **Automáticamente**, mediante un protocolo de asignación de direcciones desde un servidor: típicamente **DHCP**.
- Normalmente le asignamos además al host un **router por defecto** ("puerta de enlace predeterminada" o "default gateway"). No es obligatorio.

La LAN y el resto de la Internet

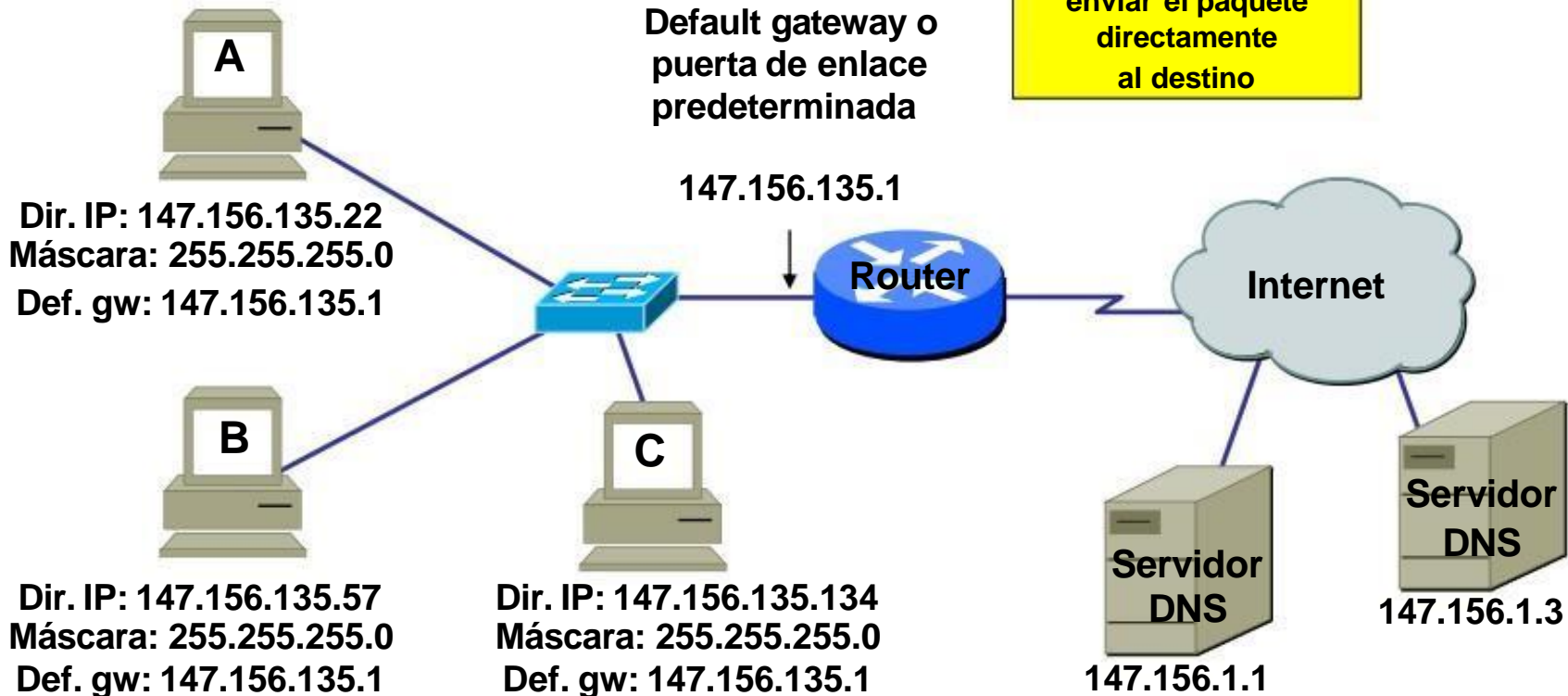
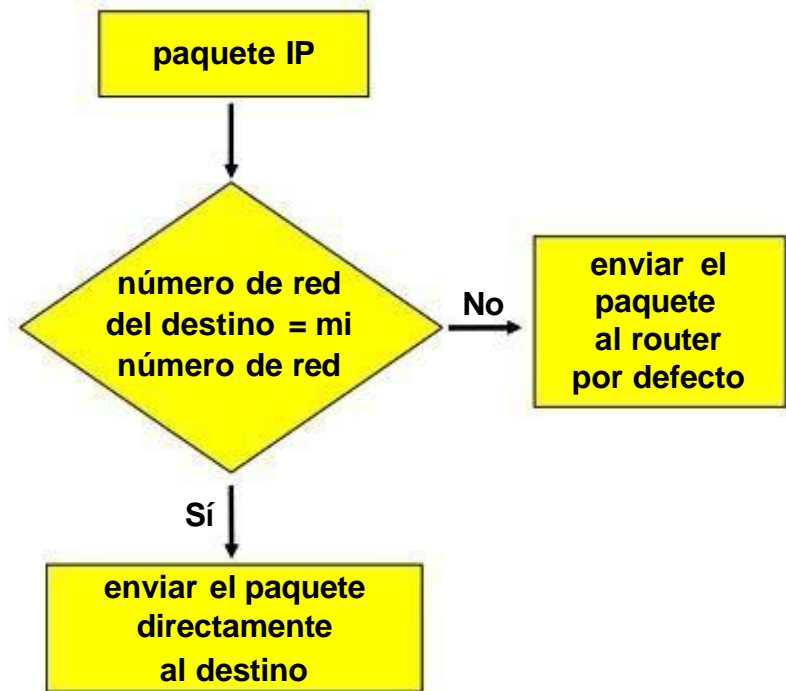
Enrutamiento en un host

Desde el punto de vista de un **host** el mundo se divide en dos partes: sus vecinos (los que tienen la **misma dirección de red**) y el resto del mundo. Con sus **vecinos** habla **directamente**, con los **demás** lo hace a través del **router**.



Enrutamiento en un host

El paquete se enruta de acuerdo con su dirección de destino



Enrutamiento en la red

- Objetivo: Transportar los paquetes IP desde el **origen** al **destino**.
- Cada paquete “**viaja**” de router en router.
- El paquete se enruta de acuerdo con su **dirección de destino**.
- Las direcciones origen y destino no se modifican en el proceso.
- Para transportar el paquete al destino, cada router mantiene una **tabla** de la forma general:

Red destino	Próximo salto
-------------	---------------

- Las tablas pueden ser cargadas de manera manual por el administrador de la red (**enrutamiento estático**) o de manera automática mediante algoritmos de ruteo (**enrutamiento dinámico**).

Enrutamiento en la red

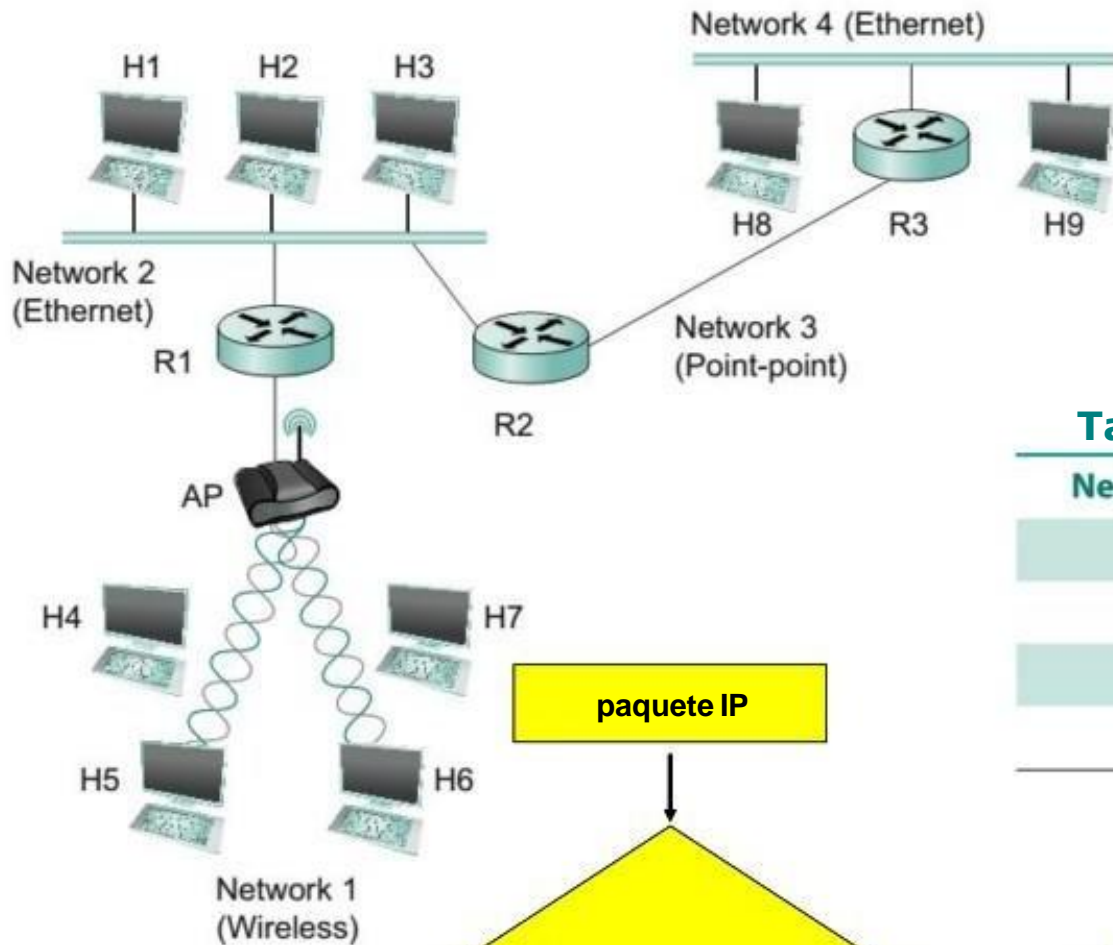
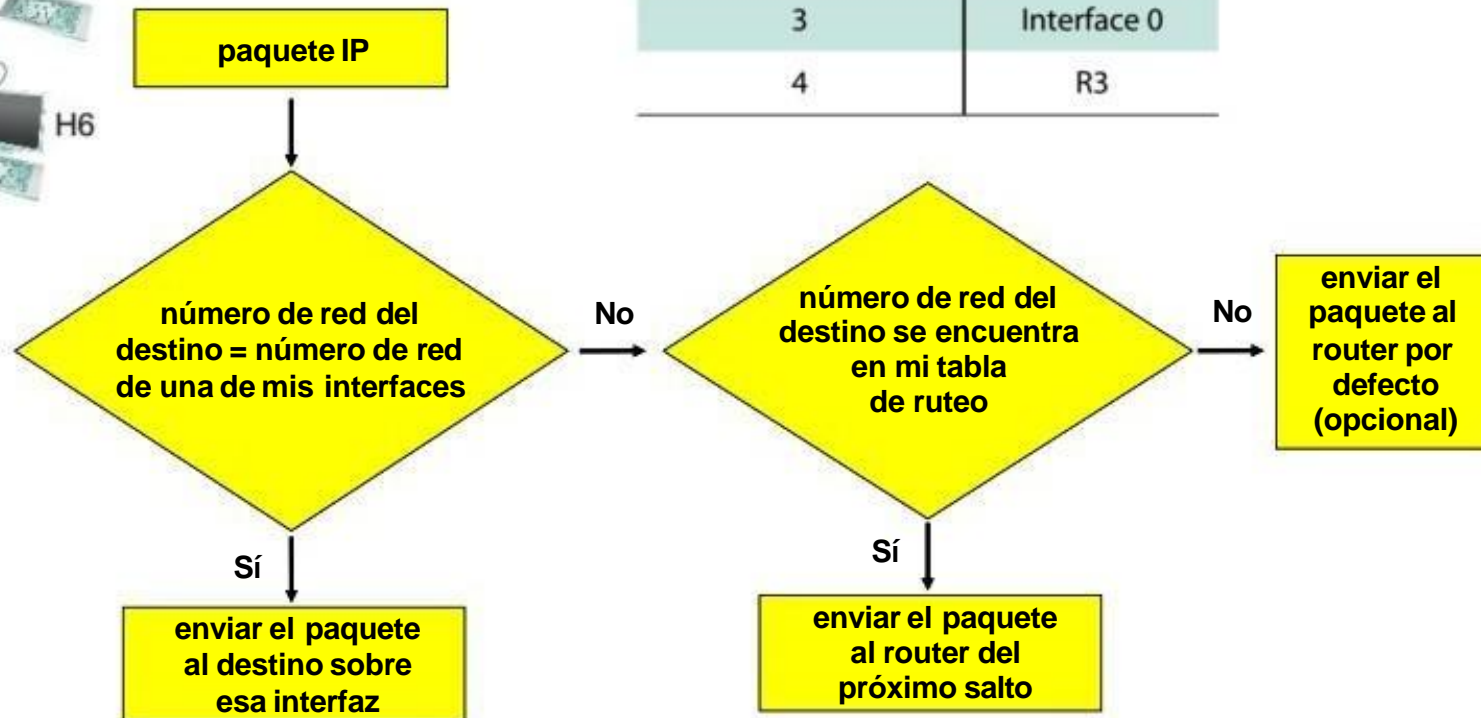


Tabla de ruteo de R2

NetworkNum	NextHop
1	R1
2	Interface 1
3	Interface 0
4	R3



Notación para los ejercicios

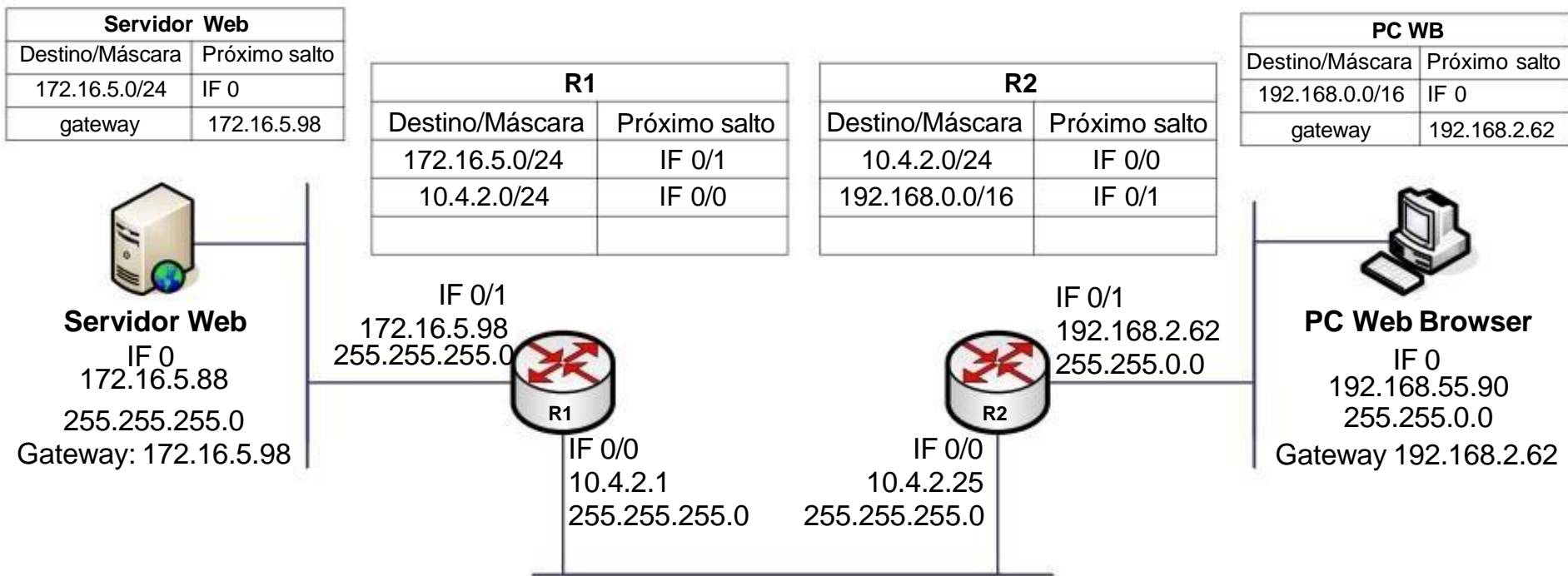
Network	Next hop
172.16.5.0/24	IF 0/1
10.4.2.0/27	IF 0/0
192.168.2.0/26	10.4.2.25
Default	10.4.2.25

Network (Red)	Next hop (Próximo salto)
Red destino	<ul style="list-style-type: none">• interface de salida, si la red destino se encuentra directamente conectada a esa interface; o bien• dirección IP del próximo salto, si la red destino es una red remota

Ejercicio 1

Un usuario en la PC Web Browser (192.168.55.90) intenta ingresar desde su navegador a la página de inicio del Servidor Web (172.16.5.88) y obtiene como resultado que éste no responde debido a que la configuración de ruteo de la red está incompleta.

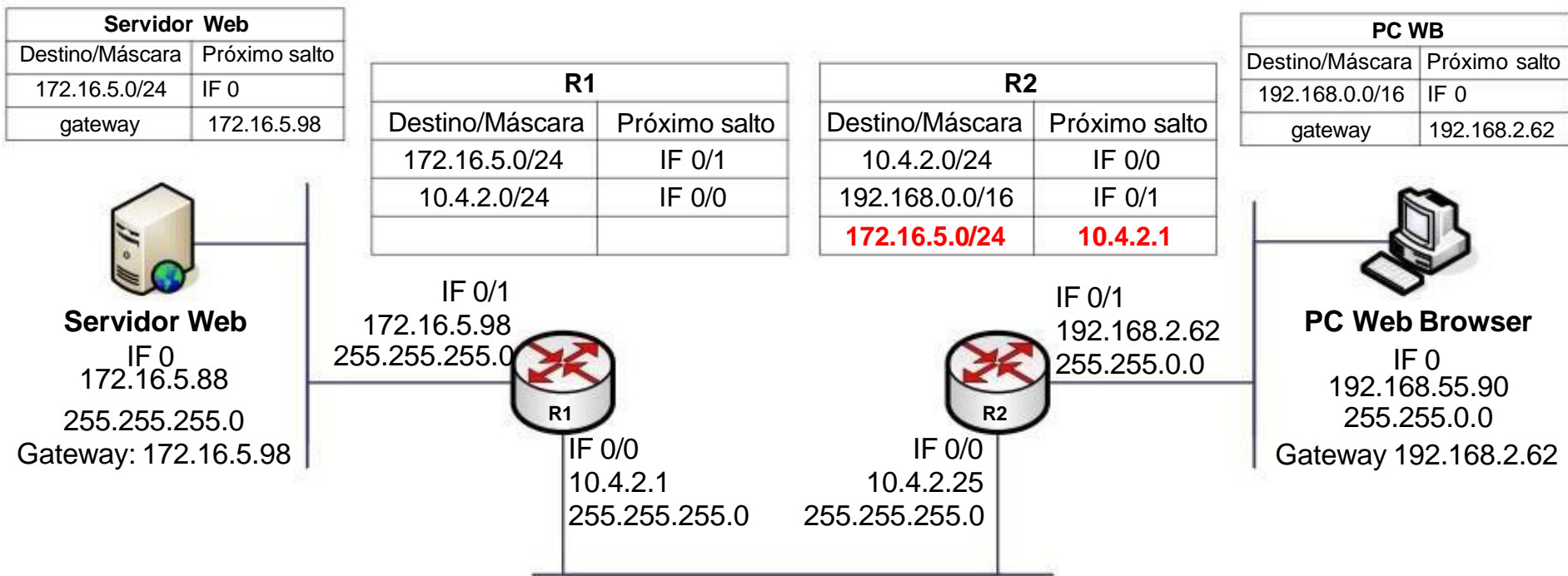
- ¿En qué lugar de la red se pierde el primer paquete? Explicar.
- Completar las tablas de ruteo para que el servidor responda e indicar el recorrido de los primeros paquetes involucrados.



Ejercicio

Un usuario en la PC Web Browser (192.168.55.90) intenta ingresar desde su navegador a la página de inicio del Servidor Web (172.16.5.88) y obtiene como resultado que éste no responde debido a que la configuración de ruteo de la red está incompleta.

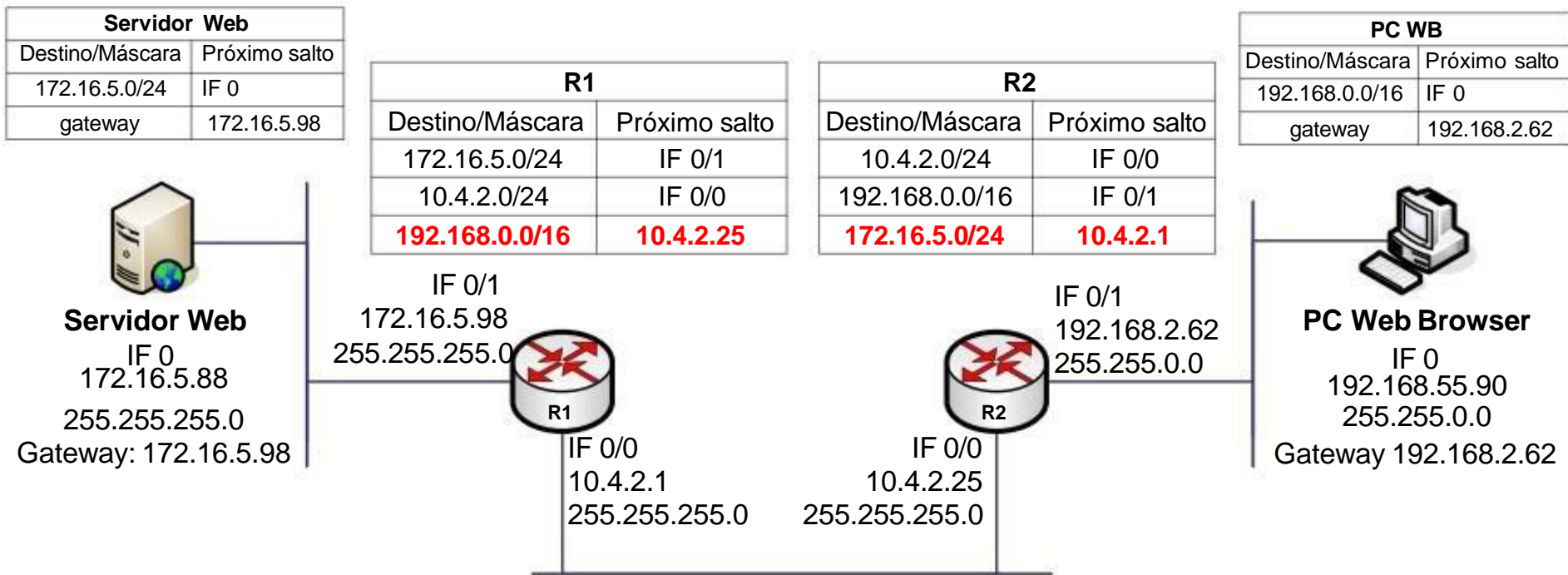
- ¿En qué lugar de la red se pierde el primer paquete? Explicar.
- Completar las tablas de ruteo para que el servidor responda e indicar el recorrido de los primeros paquetes involucrados.



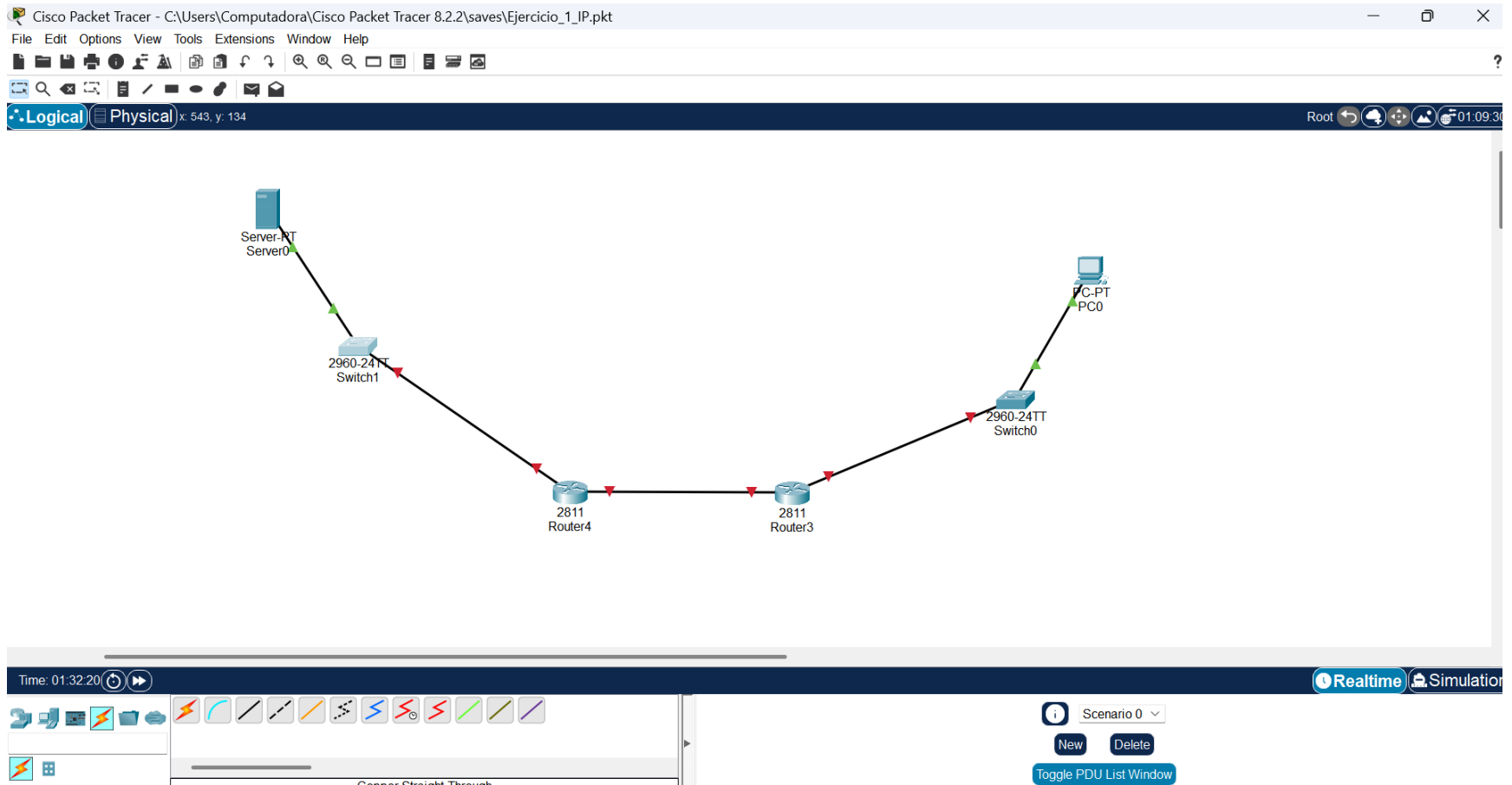
Ejercicio

Un usuario en la PC Web Browser (192.168.55.90) intenta ingresar desde su navegador a la página de inicio del Servidor Web (172.16.5.88) y obtiene como resultado que éste no responde debido a que la configuración de ruteo de la red está incompleta.

- ¿En qué lugar de la red se pierde el primer paquete? Explicar.
- Completar las tablas de ruteo para que el servidor responda e indicar el recorrido de los primeros paquetes involucrados.



SIMULACIÓN PRÁCTICA EJERCICIO 1 EN CISCO PACKET TRACER



CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS EN CISCO PACKET TRACER

R1 (Router):

```
enable
conf t
hostname R1
interface fastethernet 0/0
ip address 10.4.2.1 255.255.255.0
no shutdown
exit
interface fastethernet 0/1
ip address 172.16.5.98 255.255.255.0
no shutdown
exit
ip route 192.168.0.0 255.255.0.0 10.4.2.25
exit
```

CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS EN CISCO PACKET TRACER

R2 (Router):

```
enable
conf t
hostname R2
interface fastethernet 0/0
ip address 10.4.2.25 255.255.255.0
no shutdown
exit
interface fastethernet 0/1
ip address 192.168.2.62 255.255.0.0
no shutdown
exit
ip route 172.16.5.0 255.255.255.0 10.4.2.1
exit
```

Algunas direcciones IP especiales

Dirección	Significado	Ejemplo
255.255.255.255	Broadcast en la LAN propia	255.255.255.255
Parte Host a ceros	Identifica una red	147.156.0.0 255.255.0.0
Parte Host a unos	Broadcast en una red remota	147.156.255.255 255.255.0.0
127.0.0.1	Dirección Loopback (para pruebas)	127.0.0.1

La primera y la última direcciones de una red están **siempre** reservadas y no deben asignarse nunca a un host.

Direcciones IP privadas

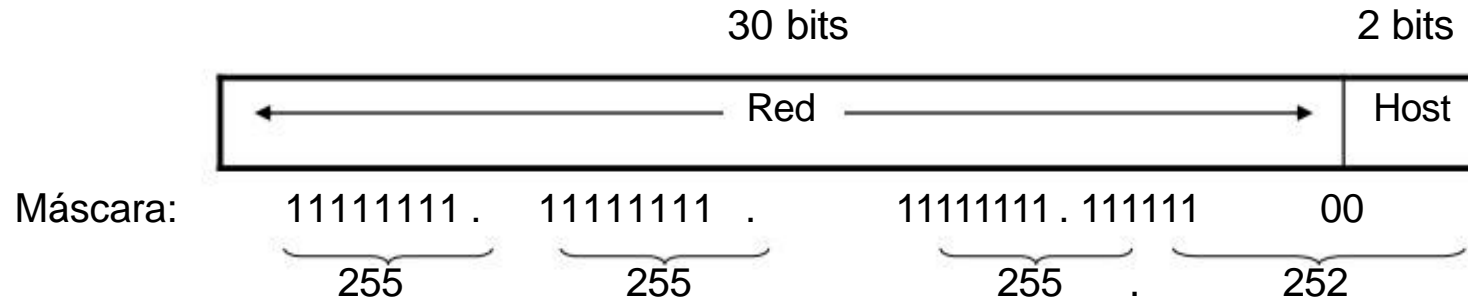
Existen tres rangos de direcciones IP que han sido declarados como **privados**. Las organizaciones pueden utilizarlos internamente como deseen. La única regla es que los paquetes que contienen estas direcciones **no pueden aparecer** en Internet. Los tres rangos reservados son:

10.0.0.0	- 10.255.255.255/8	(16.777.216)
172.16.0.0	- 172.31.255.255/12	(1.048.576)
192.168.0.0	- 192.168.255.255/16	(65.536)

RFC 1918: Address Allocation for Private Internets.

“Mini-redes”

La red más pequeña que podemos hacer es la de máscara de 30 bits:



En este caso obtenemos cuatro direcciones, de las cuales solo podemos usar dos. Estas redes **se suelen utilizar en enlaces punto a punto** ya que en este caso solo se necesitan dos direcciones. Ejemplos:

Red	Rango	Broadcast	Direcciones utilizables
90.0.0.0/30	90.0.0.0 a 90.0.0.3	90.0.0.3	90.0.0.1 y 90.0.0.2
90.0.0.4/30	90.0.0.4 a 90.0.0.7	90.0.0.7	90.0.0.5 y 90.0.0.6
90.0.0.8/30	90.0.0.8 a 90.0.0.11	90.0.0.11	90.0.0.9 y 90.0.0.10

Ruta por defecto

- En muchos casos al indicar las rutas en un router hay muchas que son accesibles por la misma dirección, y no es cómodo especificarlas una a una.
- El uso de ruta por defecto **no es obligatorio**.
- Para esto se puede utilizar la llamada "ruta por defecto" que se le aplica al paquete cuando no se le aplica ninguna de las otras rutas definidas.
- Un caso típico es cuando un router conecta una o varias redes entre sí y hay una única salida a Internet.
- La **ruta por defecto** tiene la sintaxis:

A 0.0.0.0 0.0.0.0 por <dirección del router por defecto>

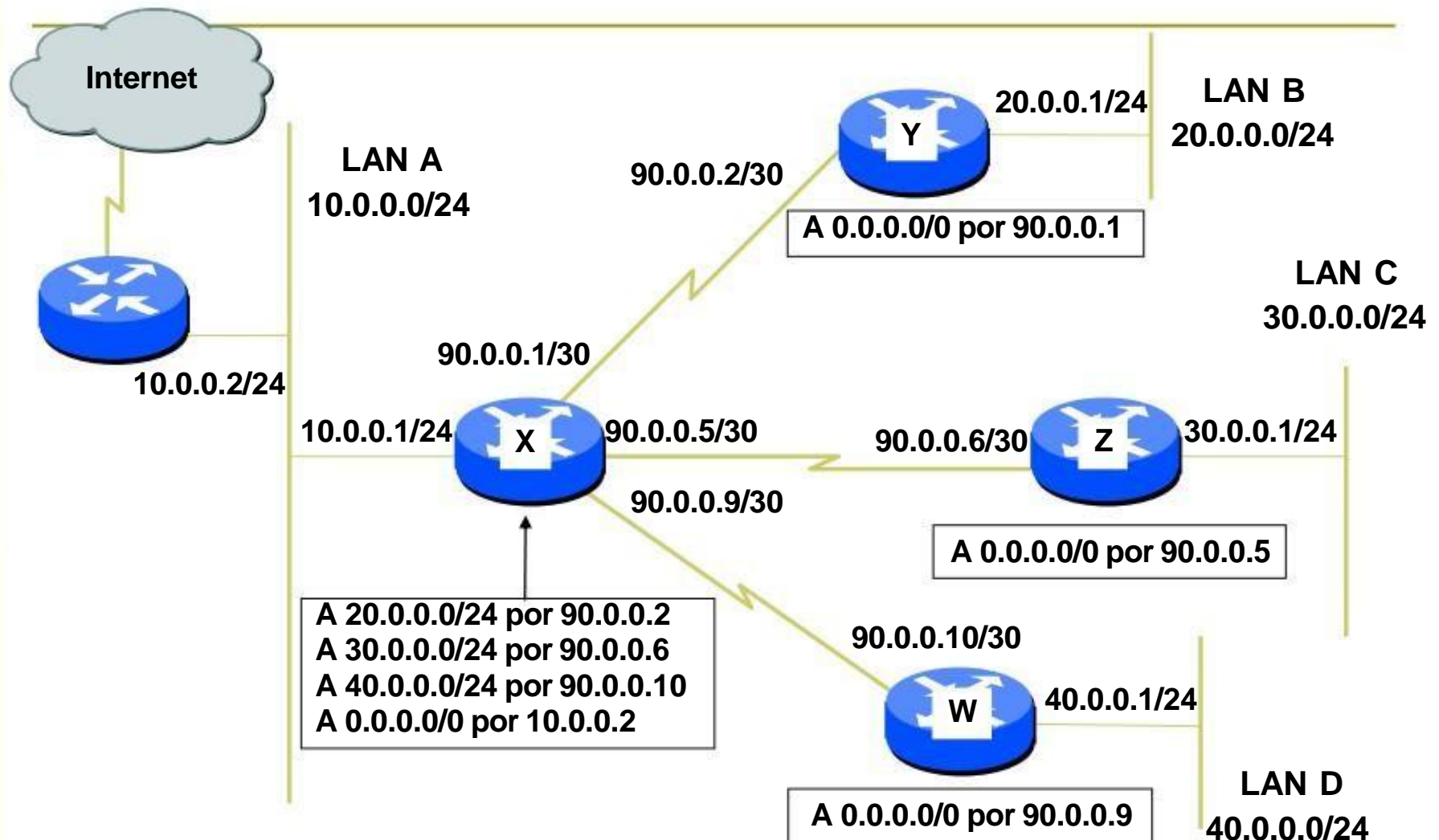
Por ejemplo si el router por defecto es 20.0.0.1:

A 0.0.0.0 0.0.0.0 por 20.0.0.1

O en notación concisa:

A 0.0.0.0/0 por 20.0.0.1

Ejemplo de uso de la ruta por defecto



Orden de forwarding o enrutamiento

- Es posible que **haya varias rutas válidas** para un **mismo paquete**. Por ejemplo la ruta por defecto es aplicable en principio a cualquier paquete.
- Se revisan primero las rutas de máscara más larga. Este criterio garantiza que se aplicarán **primero** las rutas **más específicas** y **luego** las **más generales**. Así por ejemplo las rutas host (/32) se aplican en primer lugar y la ruta por defecto (/0) se aplican en último lugar.
- Ejemplo:
 - Un router recibe un datagrama con destino 200.40.1.1
 - La búsqueda en la tabla encuentra dos entradas:
 - || **200.40.1.0/24**
 - || **200.40.0.0/16**
 - La ruta que se usará es la 200.40.1.0/24

Ejercicio 2

Un usuario en la PC realiza un ping1 al servidor. El ping no responde. Explicar a qué puede deberse esta situación. ¿Qué cambia si se reemplaza el router por un servidor con dos tarjetas de red?



Ejercicio 3

Un router presenta la siguiente tabla de forwarding (o ruteo):

NetworkNum	NextHop
135.46.60.0/24	Interface0
192.53.40.0/24	135.46.60.23
192.53.40.0/25	135.46.60.99
0.0.0.0/0	135.46.60.103

¿Qué hace el router cuando recibe un paquete con destino a las siguientes direcciones?

- a) 208.70.188.15
- b) 135.46.62.62
- c) 192.53.40.7

Ejercicio 3

Algoritmo básico de reenvío de datagramas:

D = destination IP address

for each forwarding table entry (SubnetNumber,
SubnetMask, NextHop)

 D1 = SubnetMask & D

 if D1 = SubnetNumber

 if NextHop is an interface

 deliver datagram directly to destination

 else

 deliver datagram to NextHop (a router)

Dudas, consultas ?

