

# Potocolo IP

# DIRECCIONAMIENTO

- El direccionamiento IP es muy importante para el ruteo de datagramas.
- Cada host en una red TCP/IP debe tener una dirección lógica de 32 bits

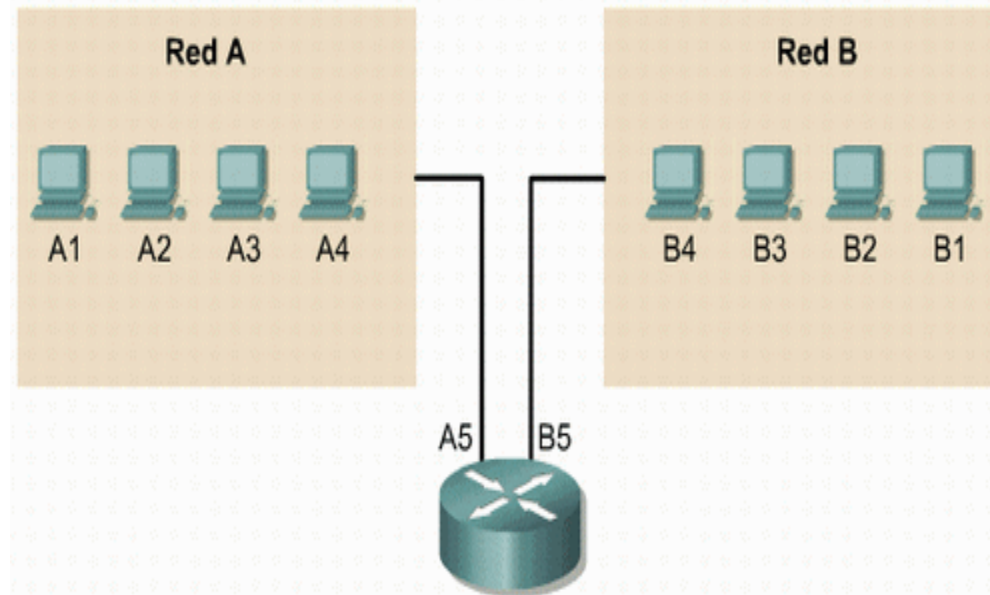
Ejemplo

En binario 11000000.10101000.00000001.00000001

En decimal 192.168.1.1

- Cada dirección tiene una parte que identifica la red y otra para identificar un host dentro de la red

Las direcciones son jerárquicas, para permitir agrupar hosts en redes.



Aunque estas direcciones no son direcciones de red reales, representan y muestran el concepto de agrupación de direcciones. Se utiliza la letra A o B para identificar la secuencia de redes y de números para identificar al host individual. La combinación de letra (dirección de red) y el número (dirección de host) crea una dirección única para cada dispositivo de la red.

## División de la dirección en red y host según la clase

Clase A	Red	Host		
Octet	1	2	3	4

Clase B	Red		Host	
Octet	1	2	3	4

Clase C	Red			Host
Octet	1	2	3	4

Clase D	Host			
Octet	1	2	3	4

Las direcciones Clase D se utilizan para grupos de multicast. No hay necesidad de asignar octetos o bits a las distintas direcciones de red o de host. Las direcciones Clase E se reservan para fines de investigación solamente.

# Rango de direcciones

	0	1	8	16	24	31	
clase A	0	red	número de host				0-127
clase B	1	0	número de red	número de host			128-191
clase C	1	1	0	número de red	número de host		192-223
clase D	1	1	1	0	dirección multicast		224-239
clase E	1	1	1	1	reservado		240-255

# Máscaras de subnet

- La máscara de subnet permite identificar la parte de red y la parte del host.
- Para cada clase existe una máscara de subnet natual o por defecto

255 . 0 . 0 . 0 = Clase A	Otra Forma
<small>Red    Host Host Host</small>	/8
255 . 255 . 0 . 0 = Clase B	/16
<small>Red    Red    Host Host</small>	
255 . 255 . 255 . 0 = Clase C	/24
<small>Red    Red    Red    Host</small>	

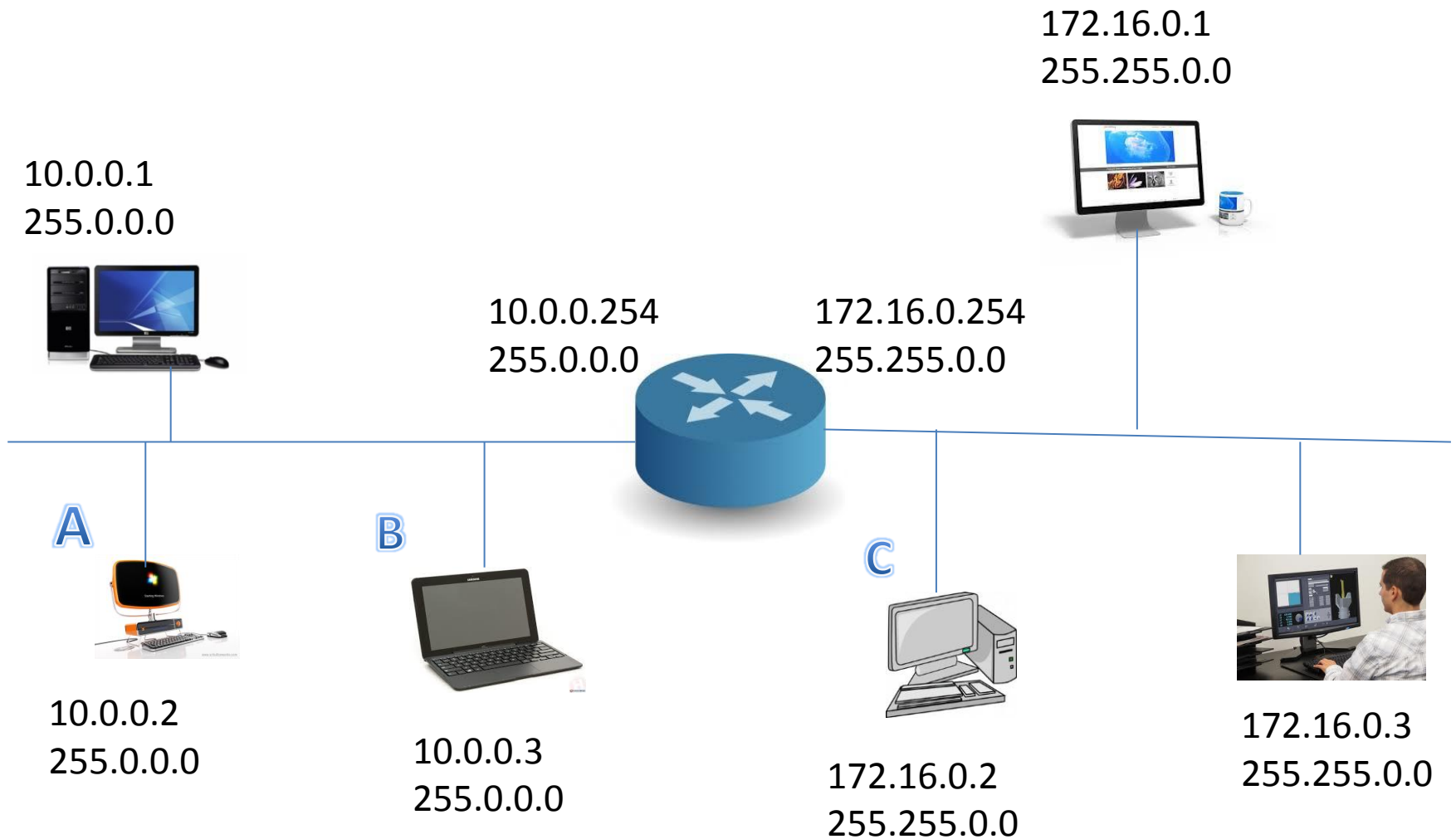
- A veces es necesario cambiar la longitud de la máscara para modificar el tamaño de la red

**El identificador de red**, es el resultado de la operación lógica AND entre los bits de la dirección IP y los bits de la máscara de subnet

AND	11000000.10101000.00000001.00100110	dirección IP
	11111111.11111111.11111111.00000000	máscara de subnet
	<hr/>	
	11000000.10101000.00000001.00000000	identificador de red

En Decimal

192.168.1.38	dirección IP
255.255.255.0	máscara de subnet
<hr/>	
192.168.1.0	identificador de red



- Coinciden los identificadores de red A y B?
- Y los de A y C?
- Que necesita saber A para comunicarse con C?

Para iniciar una comunicación, todo dispositivo en TCP/IP obtiene su identificador de red.

Luego obtiene el identificador de red de destino, calculando un AND entre la dirección IP de destino y la máscara de red local. A pesar de que el dispositivo remoto podría estar utilizando una máscara distinta, solo se conoce la máscara local. Esta es la que se usa para obtener el identificador de red.

En el caso en que identificadores de red –el local y el de destino– coincidan, se asume que el dispositivo de destino se encuentra en el mismo dominio de broadcast que el dispositivo de origen.

En caso contrario, es necesario saber cuál es la dirección del dispositivo capaz de retransmitir el paquete hacia otra red. Este dispositivo debe tener capacidad de rutear paquetes. Su dirección IP se llama **Default Gateway** para todos los dispositivos de la red



## DIRECCIONES PRIVADAS, RESERVADAS Y PUBLICAS

CLASE	RANGO	REDES	Hosts por red
A	10.0.0.0 a 10.255.255.255	1	16.777.214
B	172.16.0.0 a 172.31.255.255	16	65534
C	192.168.0.0 a 192.168.255.255	256	254

Si las estaciones no necesitan acceso directo a Internet y las conexiones se inician desde adentro de la compañía hacia afuera, es posible usar direcciones privadas. No hay en este caso necesidad de registrar direcciones públicas en cada estación.

Se puede ( y se hace) asignar una dirección pública a un servidor que trabajará como intermediario entre el mundo externo y el interno. La diferencia es que se usa una dirección pública por cada red corporativa y no una por cada estación de la red interna.



Si una red va a permanecer aislada de Internet, no hay restricciones lógicas para elegir la dirección de red que utilizará.

A diferencia de la Públicas y las Privadas, las direcciones Reservadas no pueden configurarse en un host. Existen 3 tipos de direcciones reservadas:

### ***.- DIRECCIONES DE LOOPBACK***

El dispositivo de red **loopback** es una interfaz de red virtual. Las direcciones del rango '127.0.0.0/8' son direcciones de loopback, de la cual la que se utiliza de forma mayoritaria es la 127.0.0.1, por ser la primera de dicho rango.

Es una dirección especial que los hosts utilizan para dirigir el tráfico hacia ellos mismos. La dirección de loopback crea un método de acceso directo para las aplicaciones y servicios TCP/IP que se ejecutan en el mismo dispositivo para comunicarse entre sí. Al utilizar la dirección de loopback en lugar de la dirección host IPv4 asignada, dos servicios en el mismo host pueden desviar las capas inferiores del stack de TCP/IP. También es posible hacer ping a la dirección de loopback para probar la configuración de TCP/IP en el host local.

A pesar de que solo se usa la dirección única '127.0.0.1', se reservan las direcciones '127.0.0.0' a '127.255.255.255.' Cualquier dirección dentro de este bloque producirá un loopback dentro del host local. Las direcciones dentro de este bloque no deben figurar en ninguna red

### ***.-DIRECCIONES DE RED:***

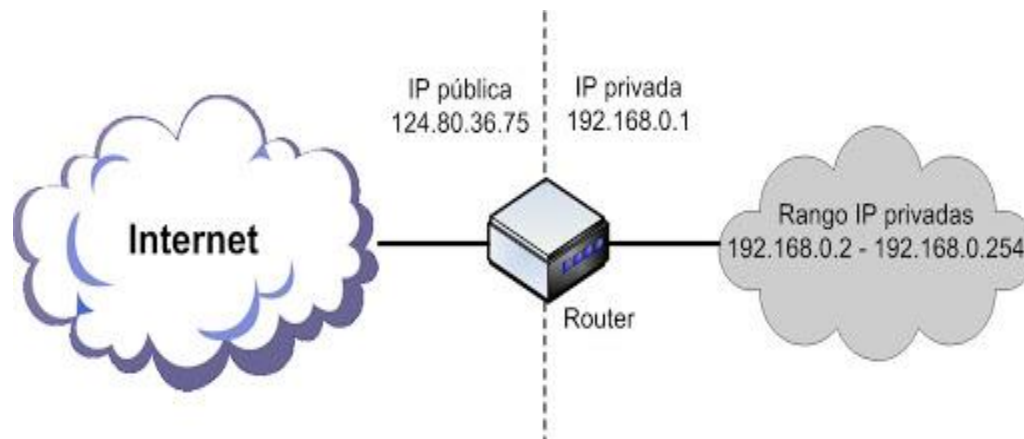
Las direcciones de Red son útiles para tomar decisiones de ruteo. No son válidas para asignar a hosts. Se obtienen con ciertas combinaciones de dirección y máscara de subred. Una dirección de red trivial termina con bits en cero en la parte que identifica a los hosts (10.0.0.0), sin embargo, es posible utilizar una dirección no terminada en ceros.

### ***.- DIRECCIONES DE BROADCAST:***

Una dirección de broadcast es útil para enviar mensajes a todas las estaciones que pertenecen a la misma red o subred. Cada red o subred tiene su propia dirección de broadcast y análogamente a las direcciones de red, existen direcciones de broadcast que terminan en 1s en la parte que identifica hosts (10.255.255.255). Una vez más es posible combinar una dirección IP con una máscara adecuada para convertirla en una dirección de broadcast aunque no termine en 1s.

# ***DIRECCIONES PUBLICAS:***

Finalmente, luego de analizar el significado de las direcciones Reservadas, Privadas, Clase D y Clase E, nos quedan direcciones Públicas. Las direcciones Públicas son clases A, B y C, con excepción de las Privadas, reservadas para Loopback y la red 0.0.0.0.. Su característica más importante es que son ruteables en internet, es decir, se pueden usar para interconectar redes públicas. Para obtener una dirección pública generalmente se contrata un servicio de acceso a Internet a un proveedor de Acceso a Internet y el proveedor asigna una dirección de su propio rango. Los proveedores obtienen direcciones de proveedores mayores o directamente de **InterNIC (International Network Information Center)**



# Subnetting

Es una técnica de direccionamiento IP, para asignar espacios de direcciones de tamaño óptimo

Clase A	128 redes	16.777.214 hosts
Clase B	16.384 redes	65534 hosts
Clase C	2.097.152 redes	254 hosts

En la práctica, existen diversos factores que hacen imposible conectar tantos dispositivos al mismo dominio de broadcast. Para usar menos direcciones y no desperdiciar las sobrantes se implementa subnetting para particionar las redes en espacios de direcciones mas pequeños.

## ***Ejemplo 1***

10.1.0.0/16 corresponde a la clase A. Sin embargo, los 16 bits mas significativos determinan el **identificador de subnet**. Por tratarse de una red con una máscara mayor que su máscara por defecto, 10.1.0.0/16 es una subnet de la red 10.0.0.0/8.

Con 8 bits tomados para identificar subnets, podemos particionar la red 10.0.0.0 en  $2^8=256$  subnets de  $2^{16}=65534$  hosts cada una.

1ra. Subnet>> 10.0.0.0 Broadcast 10.0.255.255>> Hosts 10.0.0.1 al 10.0.255.254

2da. Subnet>> 10.1.0.0 Broadcast 10.1.255.255>> Hosts 10.1.0.1 al 10.1.255.254

.

.

.

.

.

.

.

Ult. Sub net>> 10.255.0.0 Broadcast 10.255.255.255 >> Hosts 10.255.0.1 al 10.255.255.254

## Ejemplo 2

Supongamos 196.1.1.0 es una red clase C o sea que es /24. Tiene 256 direcciones disponibles donde 196.1.1.0 es el identificador de red

196.1.1.255 es el broadcast

196.1.1.1 a 196.1.1.254 son las posibilidades de hosts

Si tengo menos hosts por red y mas redes puedo implementar subnetting

Voy a decidir hacer 4 redes de 62 hosts cada una.

O sea que agrego a mi máscara de red de /24 dos bits más, lo que me permitirá hacer 4 subredes y será /26 o lo que es lo mismo una máscara 255.255.255.192.

### Identificadores de red:

	196.1.1.0	196.1.1.64	196.1.1.128	196.1.1.192
AND	255.255.255.192	255.255.255.192	255.255.255.192	255.255.255.192
	196.1.1.0	196.1.1.64	196.1.1.128	196.1.1.192

Como siempre los identificadores son ceros en todos los bits que corresponden a hosts  
Veamos el último octeto en binarios en las 4 redes:

RED	HOSTS
00	000000

RED	HOSTS
01	000000

RED	HOSTS
10	000000

RED	HOSTS
11	000000

## ***Broadcast:***

Si tomamos el número más alto posible en cada red en el último octeto y luego lo escribimos en un octeto binario vemos que:

DECIMAL	RED	Broadcast
63	00	111111
127	01	111111
191	10	111111
255	11	111111

Vemos que también respeta el criterio de que los bits correspondientes a los hosts son todos unos.

## ***Hosts:***

En cada red de los 64 números ip disponibles, se usa el más bajo para identificador de red. El más alto para broadcast y los 62 restantes para hosts



# Ejemplo de Classless vs Classful

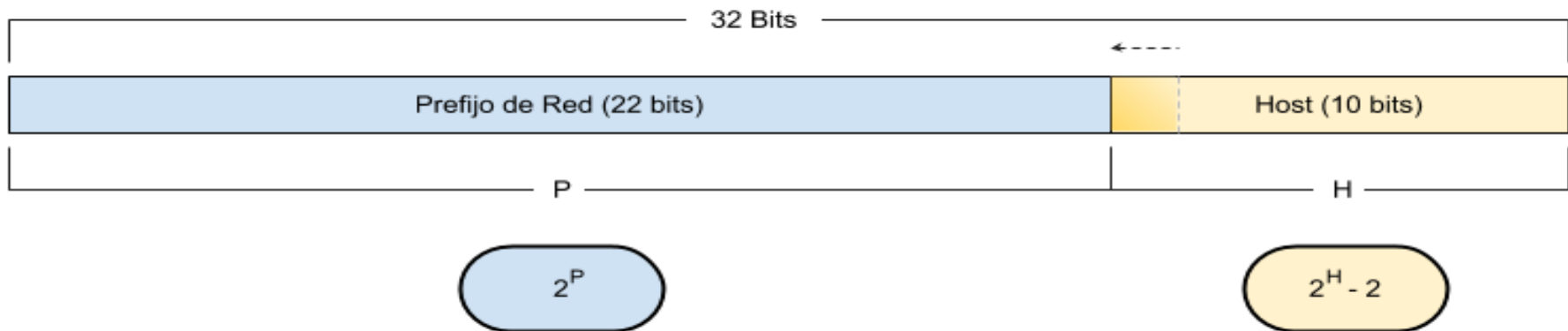
Si por ejemplo uso una IP Classful de Clase C, al tener disponible en el Host **8** bits (me lo indica la clase), la cantidad de Host que podría tener para esa red es de:

$$256 - 2 = \mathbf{254}.$$

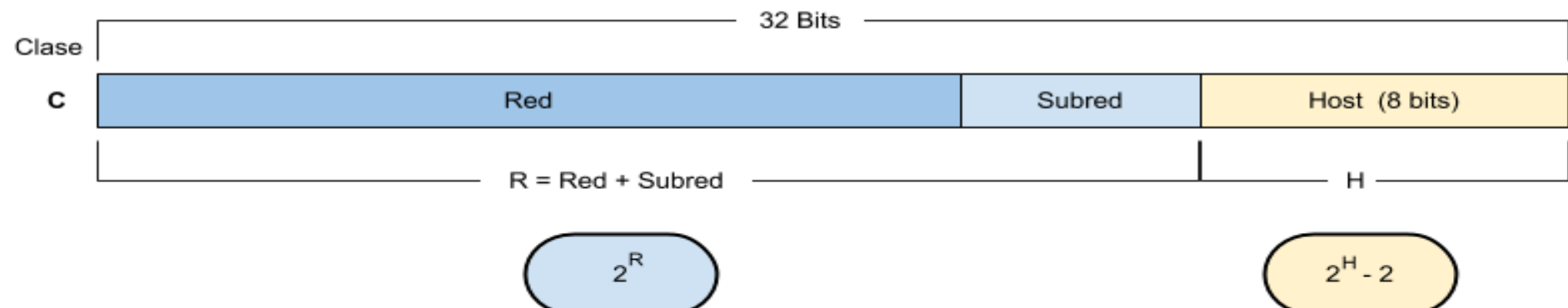
Ahora bien, como Classless permite definir la máscara sin considerar clases, entonces podría asignarle a esa misma IP mayor cantidad de bits en el Host, por ejemplo **10** bits, de esta manera pasaría a tener  $1024 - 2 = \mathbf{1022}$ .

## Classless VS Classful

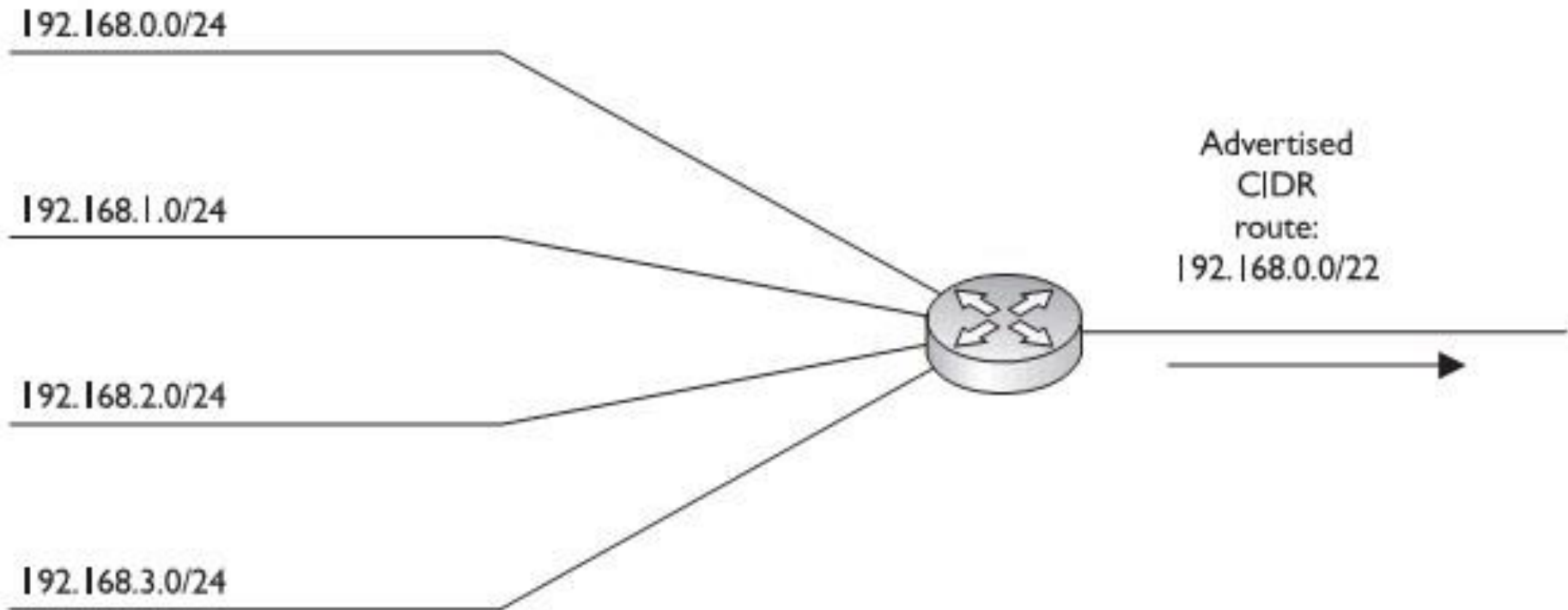
### Classless



### Classful



# Supernetting

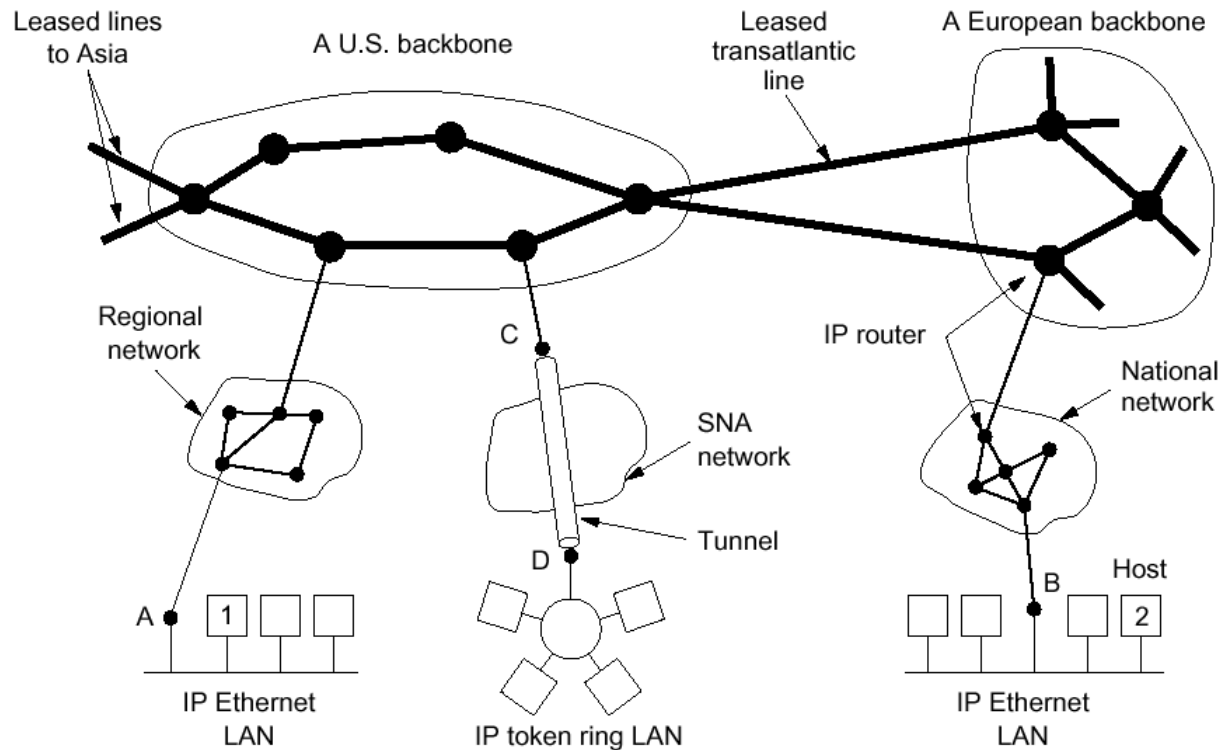


Uso la máscara /22 e incluyo 4 redes clase C en una red con máscara: 255.255.255.252. Esto hace más fácil la administración de las tablas de ruteo

# El Nivel de Red en Internet

## Aspectos básicos

# Internet es un conjunto de redes interconectadas



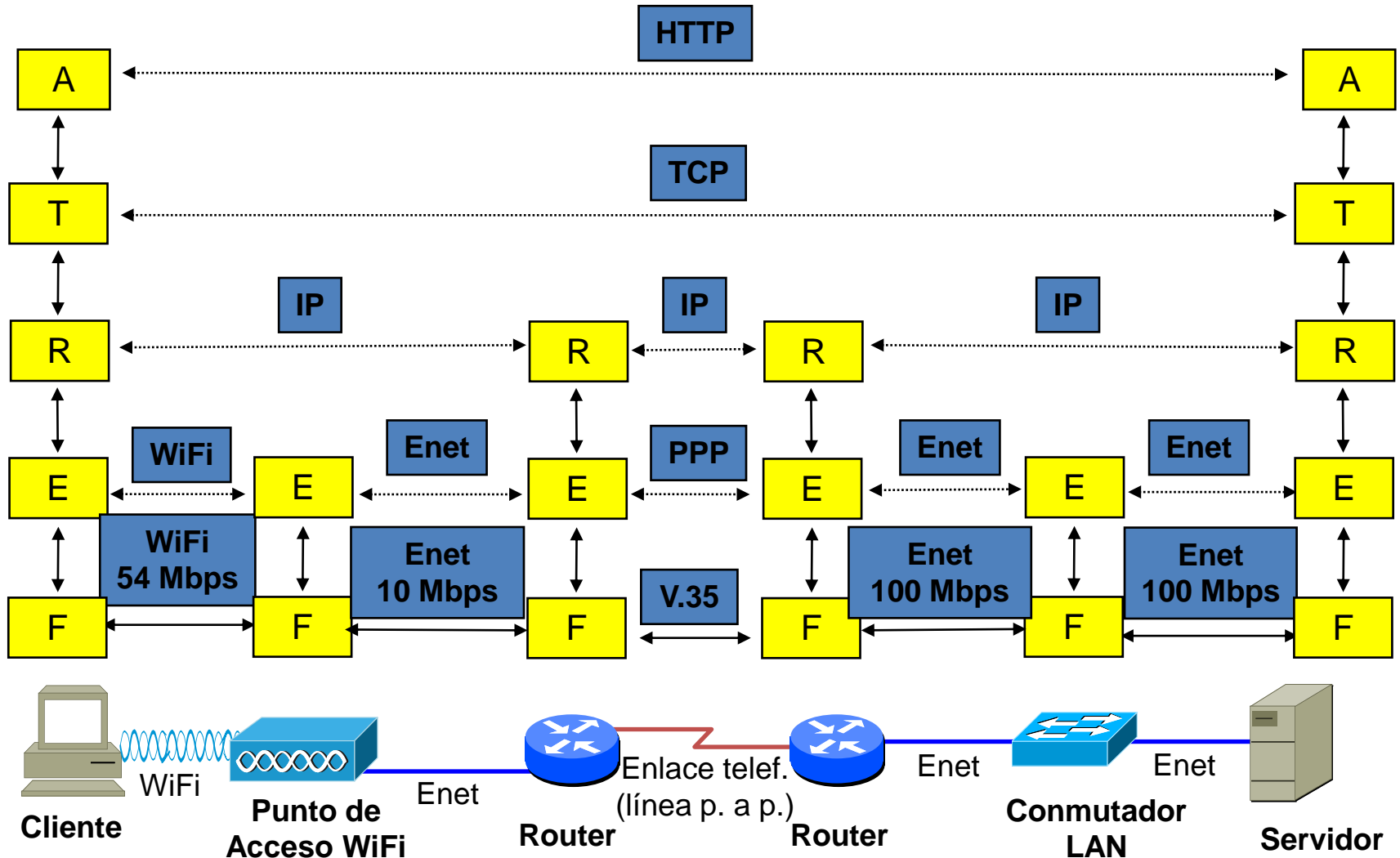
- A nivel físico y de enlace son redes muy diversas
- La organización administrativa también cambia mucho de unas a otras
- Pero el elemento común a todas ellas es el protocolo IP (Internet Protocol)

# Situación de los protocolos de Internet en el modelo de capas

Aplicación	Web (HTTP)	Transf. fich. (FTP)	e-mail (SMTP)	Resol. nombres (DNS)	Vídeo streaming	Telefonía
Transporte	TCP (Transmission Control Prot.)			UDP (User Datagram Prot.)		
Red	IP (Internet Protocol)					
Enlace	Ethernet	WiFi		ADSL		CATV
Física	Cable o Fibra (1-1000 Mbps)	Radio 2,4 ó 5 GHz (1-54 Mbps)		Cable telefónico (0,5-25 Mbs)		Cable coaxial 50 Ω (30-40 Mbps)

- El protocolo IP (a nivel de red) es el ‘pegamento’ que mantiene unida la Internet.
- Es capaz de funcionar sobre una gran diversidad de protocolos a nivel de enlace y de medios físicos.
- Un slogan popular en las reuniones de Internet es **‘IP over everything’** indicando la flexibilidad de IP que se adapta a cualquier medio físico y protocolo del nivel de enlace.
- La versatilidad de IP para soportar todo tipo de aplicaciones, incluso aquellas para las que no fue diseñado, ha dado lugar al slogan inverso, **‘Everything over IP’**.

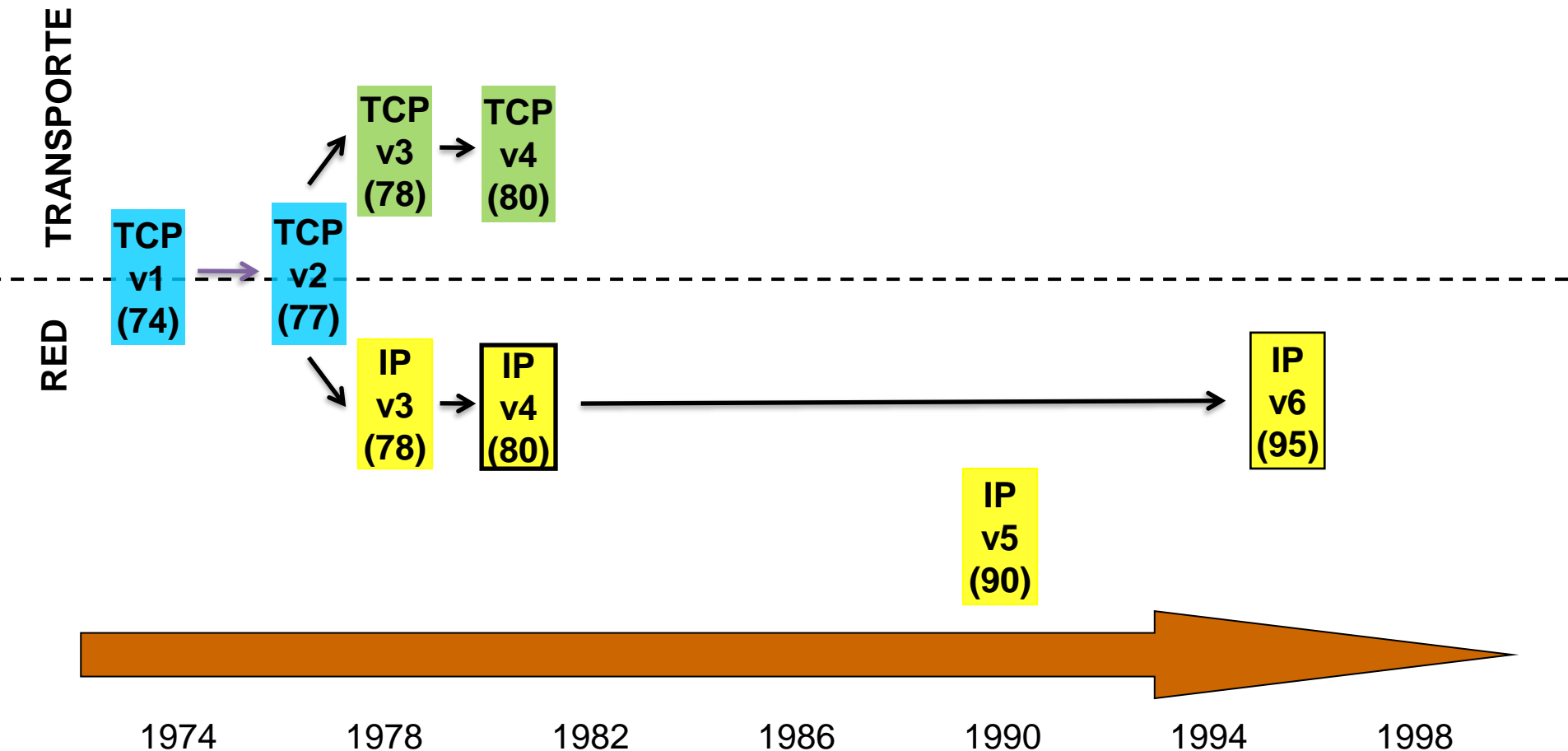
# Acceso a un servidor Web



# El nivel de red en Internet

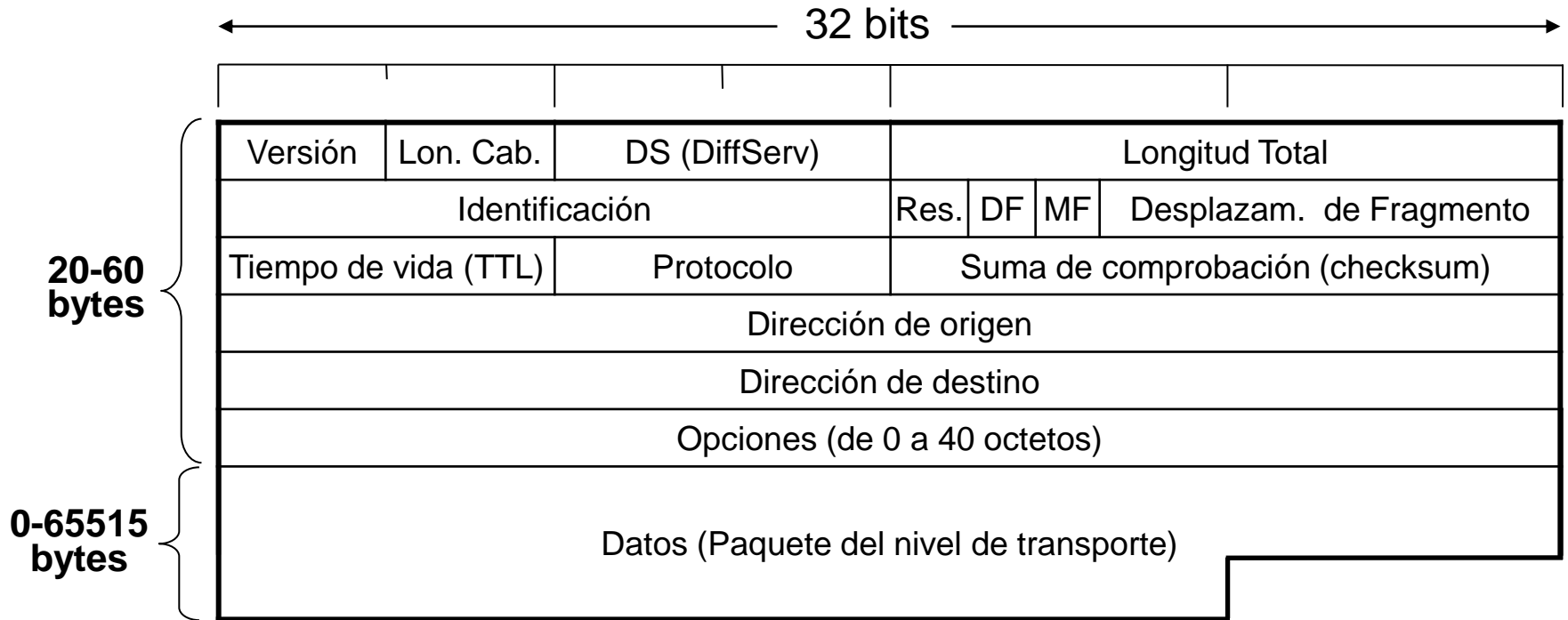
- El Nivel de Red en Internet está formado por el protocolo IP y por una serie de protocolos auxiliares:
  - Protocolos de control, que envían mensajes de control o cuando se producen situaciones inusuales: ICMP e IGMP
  - Protocolos de resolución de direcciones, que traducen direcciones de red en direcciones de enlace o viceversa: ARP, RARP, BOOTP y DHCP
  - Protocolos de routing, que intercambian la información necesaria para calcular las rutas óptimas: RIP, OSPF, IS-IS, IGRP/EIGRP, BGP, etc.
- Todos los protocolos auxiliares, excepto ARP y RARP, hacen uso de datagramas IP para transmitir la información.

# Versiones del protocolo IP





# Estructura de un datagrama IPv4



**Versión:** siempre vale 4

**Longitud Cabecera:** en palabras de 32 bits (rango 5-15)

**DS (Differentiated Services):** Para Calidad de Servicio

**Longitud total:** expresada en octetos, incluye la cabecera (rango 20-65535)

**Campos de Fragmentación:** Identificación, DF, MF, Desplaz. Fragmento

**Tiempo de vida (TTL):** cuenta saltos hacia atrás, se descarta cuando es cero (rango 0-255)

**Protocolo:** indica a que protocolo pertenecen los datos (el contenido del paquete)

**Checksum:** sirve para comprobar la integridad de la cabecera (pero no de los datos)

**Direcciones de origen y destino:** De 32 bits, se mantienen inalteradas durante la vida del paquete

**Opciones:** si las hay su longitud debe ser múltiplo de 4 octetos

# Algunos valores del campo Protocolo

Valor	Protocolo	Descripción
1	ICMP	Internet Control Message Protocol
2	IGMP	Internet Group Management Protocol
3	GGP	Gateway-to-Gateway Protocol
4	IP	IP en IP (encapsulado)
5	ST	Stream
6	TCP	Transmission Control Protocol
8	EGP	Exterior Gateway Protocol
17	UDP	User Datagram Protocol
29	ISO-TP4	ISO Transport Protocol Clase 4
80	CLNP	Connectionless Network Protocol
88	IGRP/EIGRP	Interior Gateway Routing Protocol
89	OSPF	Open Shortest Path First

# Opciones de la cabecera IP

Opción	Función	Máx.	Ej. Windows	Ej. Linux
Record route	Va anotando en la cabecera IP las direcciones IP de los routers por donde pasa el datagrama	9	Ping -r	Ping -R
Timestamp	Va anotando la ruta y además pone una marca de tiempo en cada router	4	Ping -s	
Strict source routing	La cabecera contiene las direcciones IP de los routers por los que debe pasar el datagrama. Ha de pasar por esos y solo esos	9	Ping -k	
Loose source routing	La cabecera lleva una lista de routers por los que debe pasar el datagrama, pero puede pasar además por otros	9	Ping -j	

El límite de 9 direcciones lo fija el tamaño máximo del campo opciones. En la opción Timestamp este valor se reduce a 4 porque cada salto anotado ocupa 8 octetos (4 de la dirección y 4 del timestamp)

# Datagrama IPv4 con opción record route al máximo

← 32 bits →

**Cabecera  
estándar  
(20 Bytes)**

Versión	Lon. Cab.	DS (DiffServ)		Longitud Total			
Identificación				Res.	DF	MF	Desplazam. de Fragmento
Tiempo de vida (TTL)		Protocolo		Suma de comprobación (checksum)			
Dirección de origen							
Dirección de destino							
Opc. Rec. Route		Long. Opción (39)		Siguiete libre		Dir. 1 (1/2)	
Dirección IP intermedia 1 (2/2)						Dir. 2 (1/2)	
Dirección IP intermedia 2 (2/2)						Dir. 3 (1/2)	
Dirección IP intermedia 3 (2/2)						Dir. 4 (1/2)	
Dirección IP intermedia 4 (2/2)						Dir. 5 (1/2)	
Dirección IP intermedia 5 (2/2)						Dir. 6 (1/2)	
Dirección IP intermedia 6 (2/2)						Dir. 7 (1/2)	
Dirección IP intermedia 7 (2/2)						Dir. 8 (1/2)	
Dirección IP intermedia 8 (2/2)						Dir. 9 (1/2)	
Dirección IP intermedia 9 (2/2)						Relleno	

**Opciones  
(40 Bytes)**

# Direcciones IP

- Cada host en Internet (en realidad cada interfaz) tiene una dirección IP única, que puede ser estática o dinámica.
- Las direcciones IP tienen una longitud de 4 bytes (32 bits) y se suelen representar como cuatro números decimales separados por puntos, 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.
- Para averiguar la dirección de un host podemos utilizar el comando '**ipconfig**' (Windows) o '**ifconfig**' (Linux)
- Todos los hosts de Internet tienen direcciones comprendidas en el rango **1.0.0.1 – 223.255.255.254**

# Asignación de dirección IP a un host

- La asignación de direcciones puede hacerse:
  - Por configuración local en el propio equipo
  - Mediante un protocolo de asignación de direcciones desde un servidor: RARP, BOOTP o DHCP
  - Utilizando direcciones locales del enlace
- En realidad las direcciones no se asignan a los hosts sino a las interfaces. Si un host tiene varias interfaces (host 'multihomed') cada una tendrá una dirección IP
- Además de su dirección IP cada interfaz ha de tener asignada una máscara, que indica la longitud del prefijo de red
- Normalmente le asignamos además al host un router por defecto ('puerta de enlace' en windows, 'default gateway' en linux)

# Enrutamiento en un host

- Cuando un host tiene que enviar un paquete:
  1. Extrae del paquete la dirección de destino
  2. Extrae de la dirección de destino el prefijo (la parte de red) haciendo un AND con la máscara
  3. Compara el prefijo de la dirección de destino con el de su propia dirección (la de la interfaz).
  4. a) Si ambos coinciden entonces el destino está en su misma LAN y envía el paquete directamente al destinatario
  4. b) Si no coinciden entonces envía el paquete a su router por defecto, el cual se encarga de enviar el paquete hacia su destino
- El router por defecto siempre esta en la misma LAN que el host

# Configuración de red en Windows

```
c:\>ipconfig/all
```

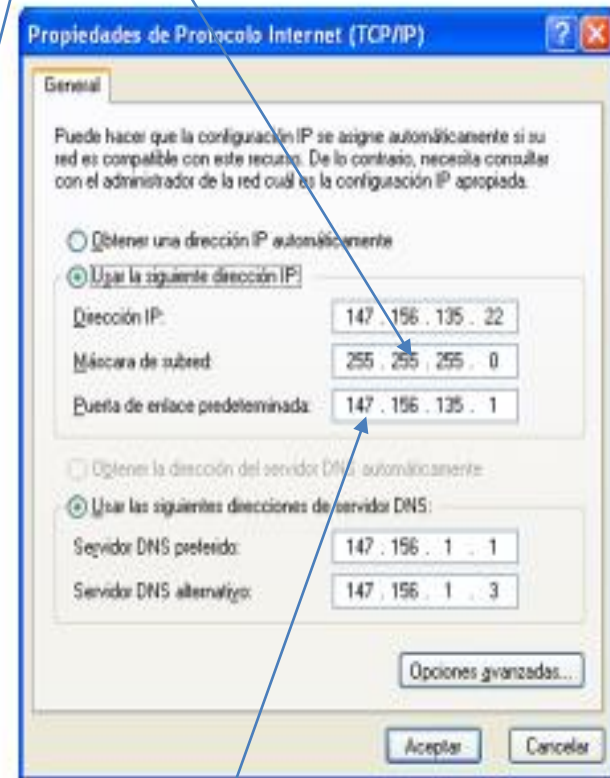
Configuración IP de windows

```
Nombre del host . . . . . : uveg-97871125e1
Sufijo DNS principal . . . . . :
Tipo de nodo . . . . . : híbrido
Enrutamiento habilitado. . . . . : NO
Proxy WINS habilitado. . . . . : NO
Lista de búsqueda de sufijo DNS: uv.es
```

Adaptador Ethernet Conexión de área local 3 :

```
sufijo de conexión específica DNS :
Descripción . . . . . : Broadcom NetXtreme
Gigabit Ethernet
Dirección física. . . . . : 00-0F-B0-FA-00-63
DHCP habilitado. . . . . : NO
Dirección IP. . . . . : 147.156.135.22
Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
Puerta de enlace predeterminada : 147.156.135.1
Servidores DNS . . . . . : 147.156.1.1
                          147.156.1.3
```

Mascara

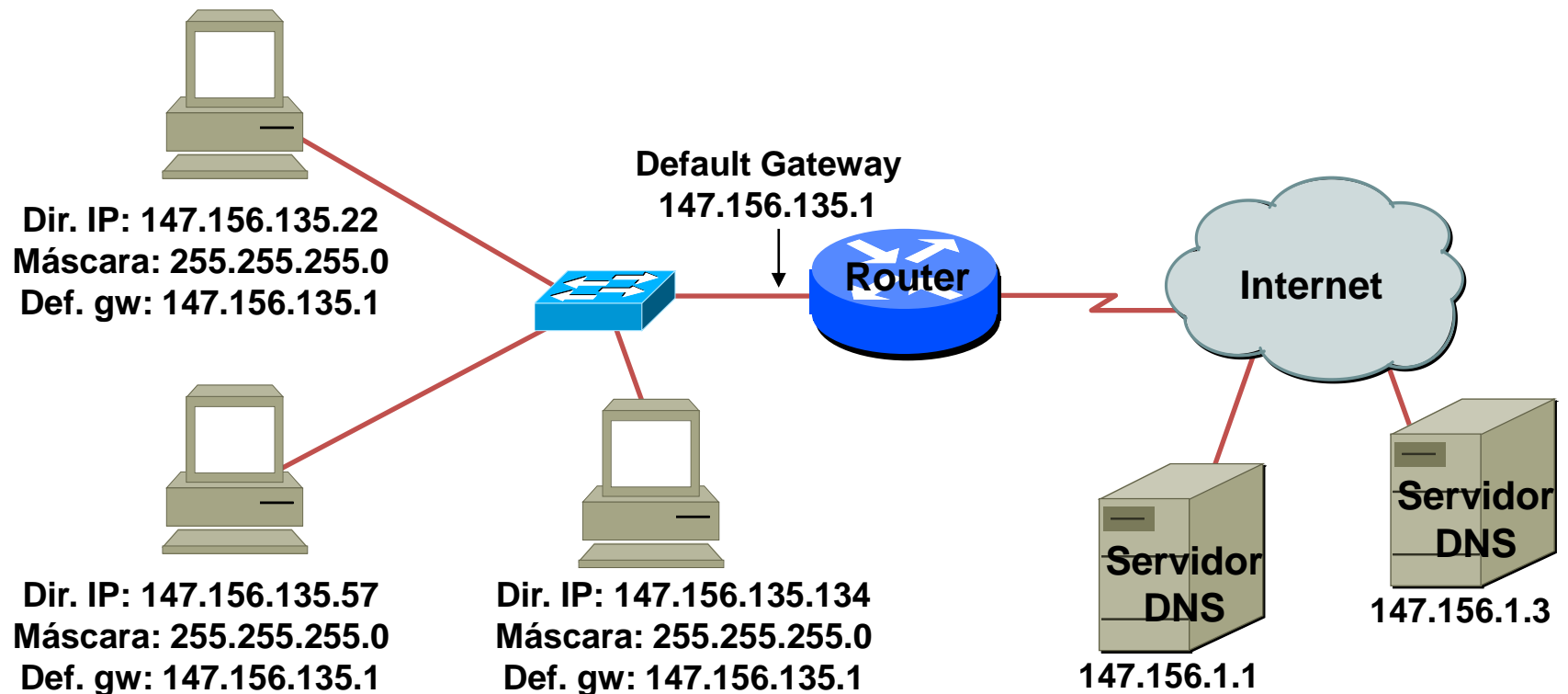


Gateway



# La LAN y el resto de la Internet

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



## Configuración en comandos de IOS (de Cisco) del router W de la red anterior

```
Router>enable                // Cambia a modo privilegiado
Router#configure terminal    // Cambia a modo configuracion
Router(config)#interface ethernet 0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#ip address 10.0.0.1 255.0.0.0
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface ethernet 1
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#ip address 20.1.0.1 255.255.0.0
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface ethernet 2
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#ip address 30.1.1.1 255.255.255.0
Router(config-if)#exit
Router(config)#exit
Router#
```

# Default Gateway

Cuando se desea establecer una comunicación con un host o terminal alojada en un segmento de red diferente a aquel en el que se encuentra nuestra terminal, ya no es necesario contar con la dirección MAC de esa terminal ya que el encabezado de la trama sólo tiene relevancia en el segmento local. Por lo tanto, un procedimiento ARP no soluciona el requerimiento de contar con una dirección MAC destino para formar el encabezado de la trama.

Es necesario encapsular ese paquete con la dirección MAC del gateway o puerto del router que es el destino local para que luego sea reenviado hacia la red o subred de destino. Para obtener la dirección MAC del gateway hay 2 mecanismos posibles:

***ARP Proxy***

***Default Gateway***

## Proxy ARP

Un dispositivo de varios puertos, como un [router](#), que implemente Proxy ARP responderá a las peticiones de ARP en una interfaz como delegado o encargado de las direcciones de un dispositivo de otra interfaz. El dispositivo puede entonces recibir y remitir paquetes dirigidos a los demás dispositivos.

La ventaja del Proxy ARP sobre otros esquemas es la sencillez.

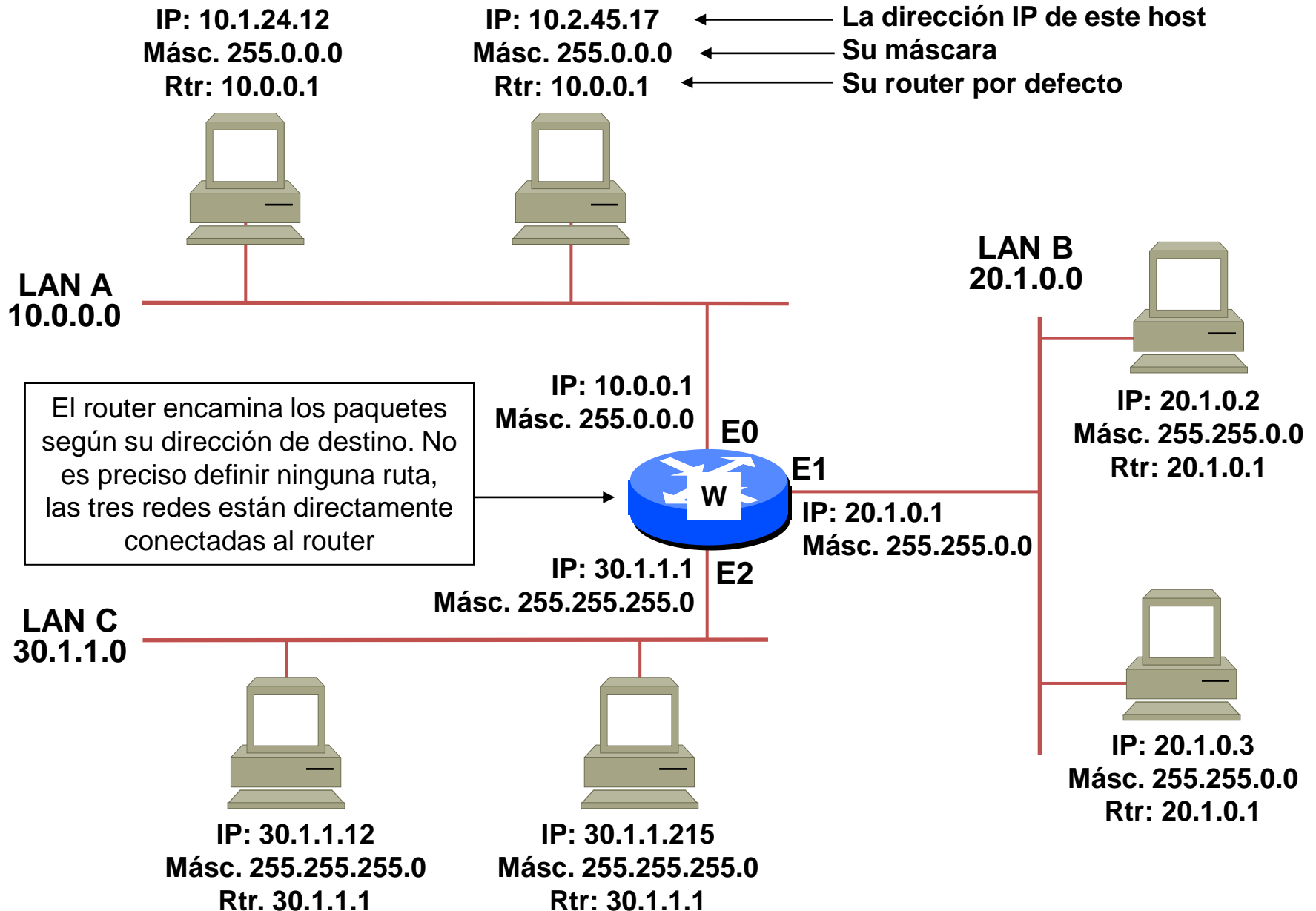
Por ejemplo, supongamos que un host A quiere comunicarse con un host B de otra subred. Para ello, el host A enviará una solicitud [ARP](#) con la dirección IP de B en su paquete. El router que une ambas subredes responde a la petición de A con su dirección [MAC](#) en lugar de la dirección MAC auténtica de B, por lo tanto actúa como delegado del host B. A su debido tiempo, cuando A envíe al router un paquete que esté destinado en realidad a B, el router remitirá el paquete al host B. La comunicación entre A y B, se lleva a cabo sin que los hosts sepan que hay un router intermediario. Esto se debe a que el router responde con su propia dirección MAC a la petición ARP para una dirección IP, reemplazándola (proxying). A veces se denomina este proceso como "publicación" ("publishing").

## Cuando se implementa **default gateway**:

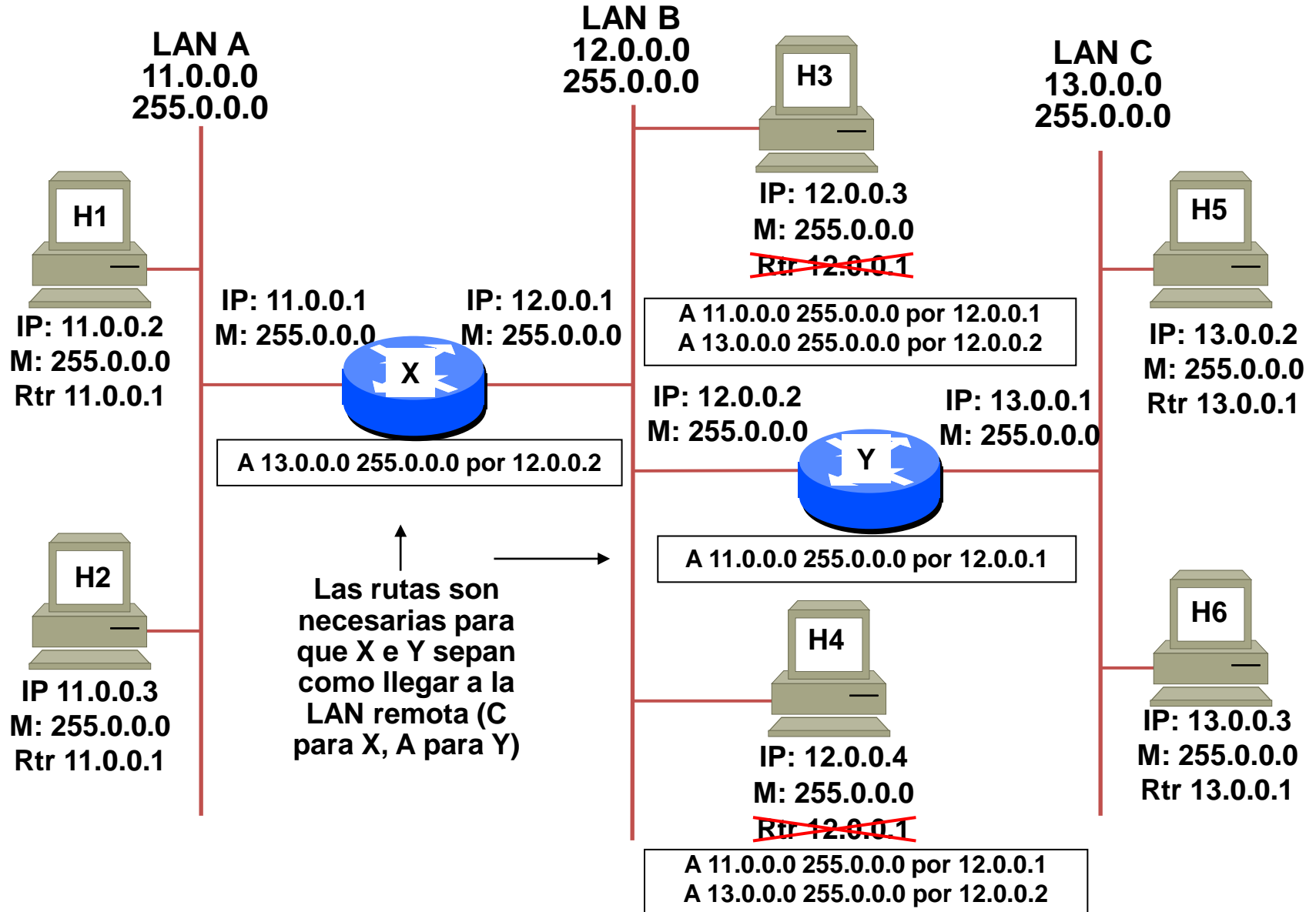
- Antes de enviar un paquete la terminal determina si la dirección de destino se encuentra o no en la red local utilizando la propia dirección IP y la máscara de subred.
- Compara la dirección de red local con la dirección de destino del paquete.
- Si el nodo destino del paquete pertenece al mismo segmento de red, la entrega se realiza directamente y para esto se revisa la tabla ARP y si la IP destino no está incluida se realiza un procedimiento ARP.
- Si el nodo destino del paquete pertenece a otro segmento de red el paquete debe ser enviado al gateway para ser luego reenviado hacia la red de destino. Para esto la terminal ha sido previamente configurada para reconocer la dirección del default gateway.
- La terminal encapsula el paquete utilizando la dirección MAC del gateway como dirección de destino en el encabezado de la trama.

NOTA: La dirección IP del default gateway debe estar en el mismo segmento de red que la dirección IP del nodo origen.

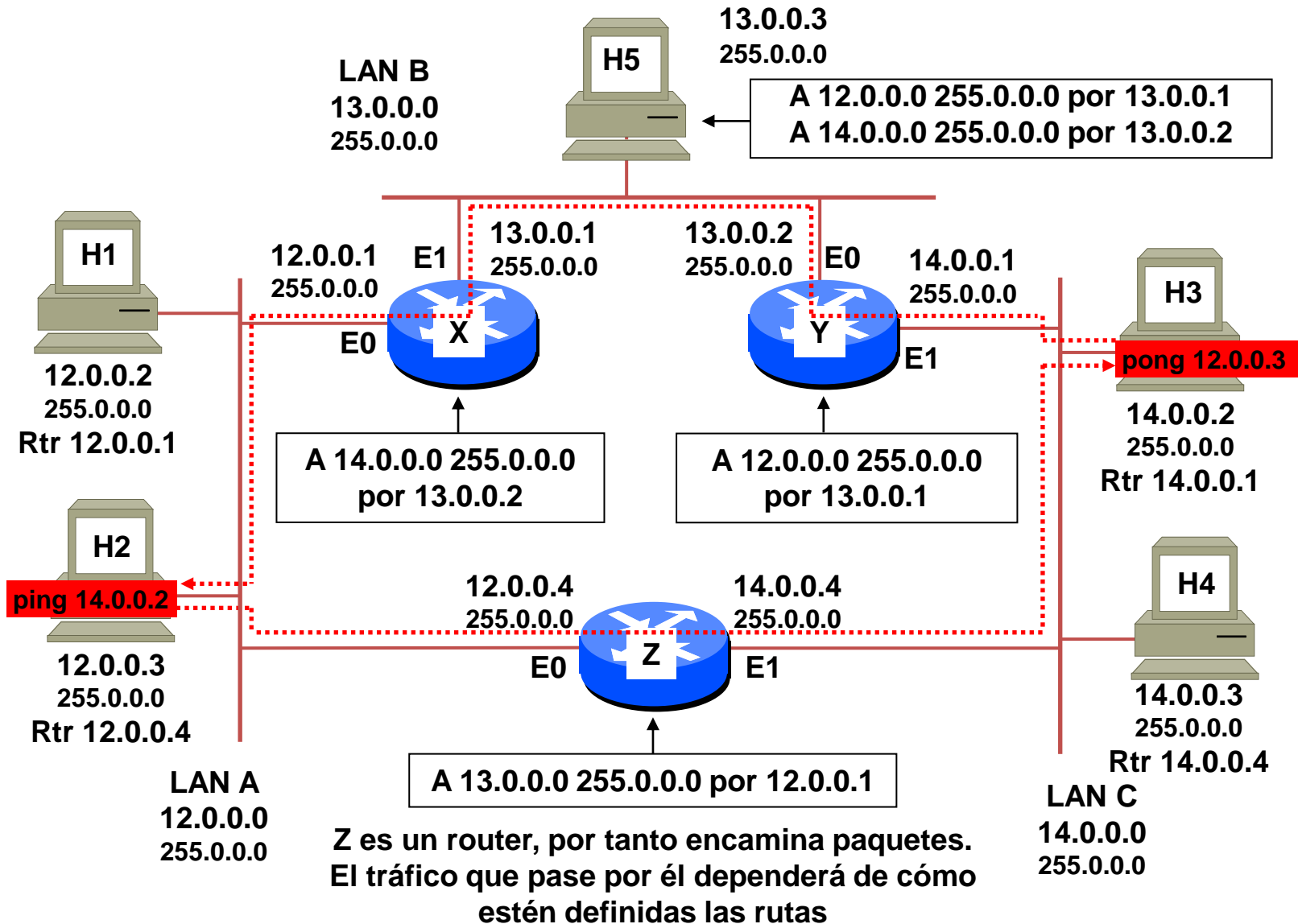
# Un router conectando tres LANs



# Dos routers conectando tres LANs

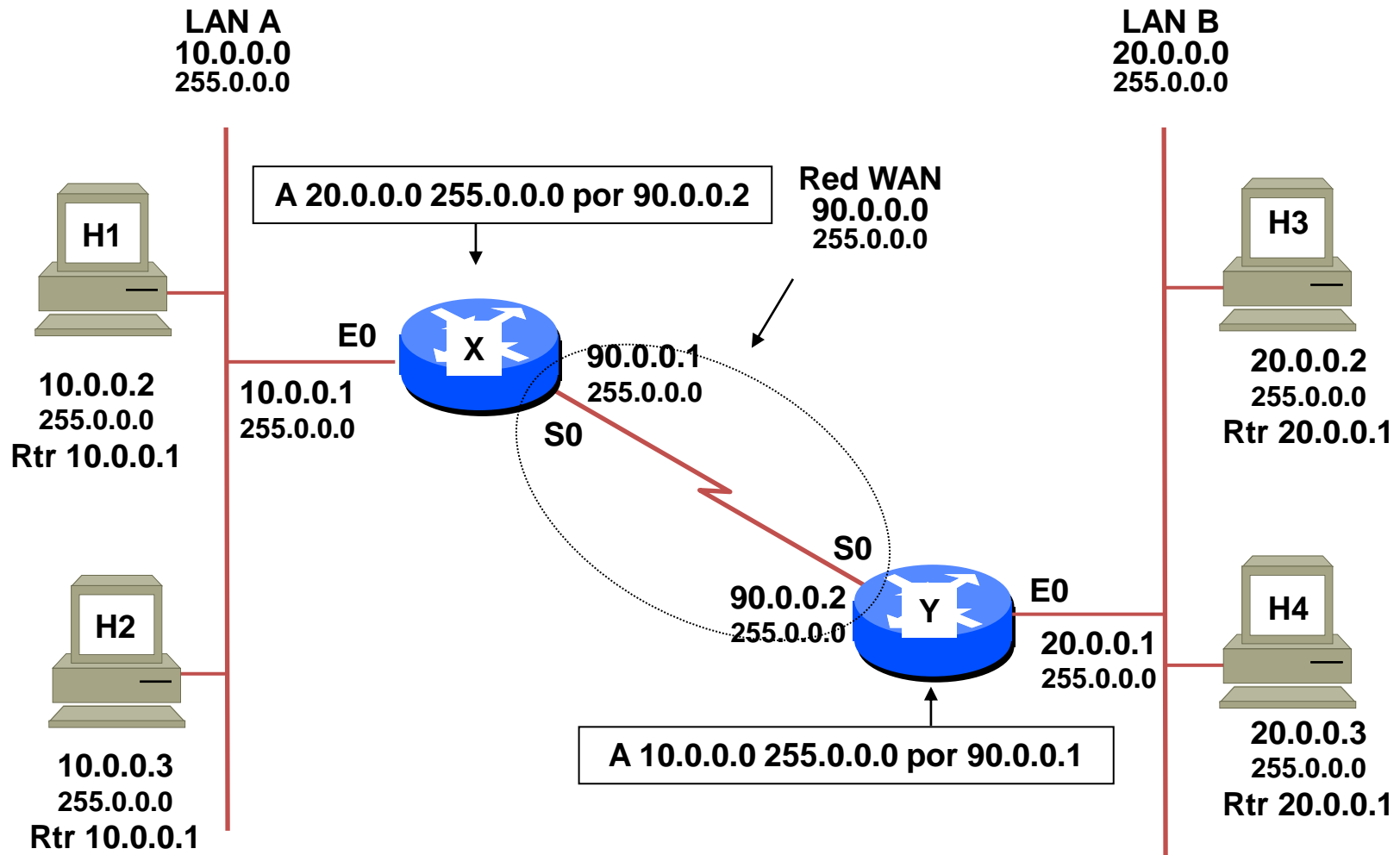


# Red mallada (con caminos alternativos)

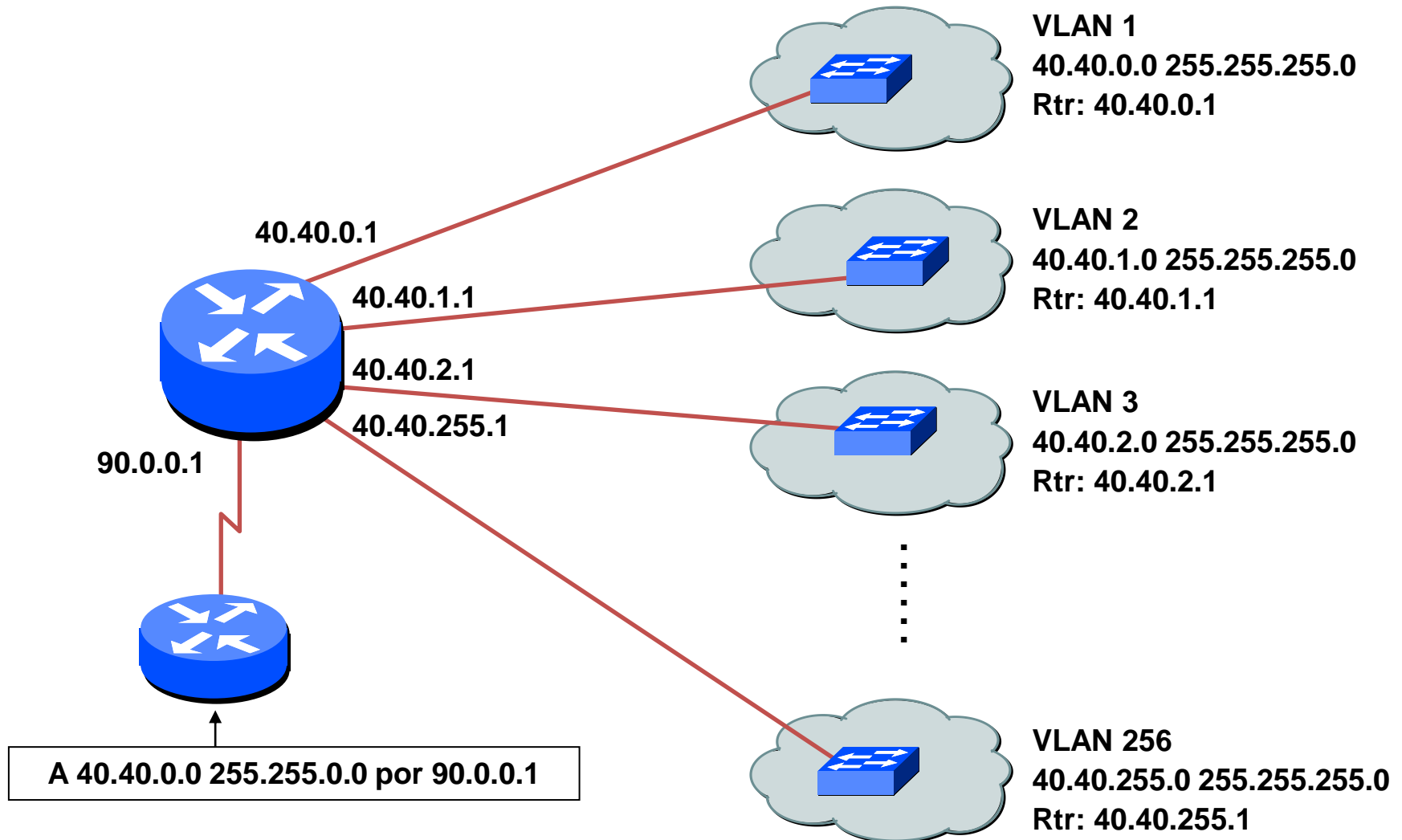




# Enlace WAN: conexión mediante una línea serie o punto a punto



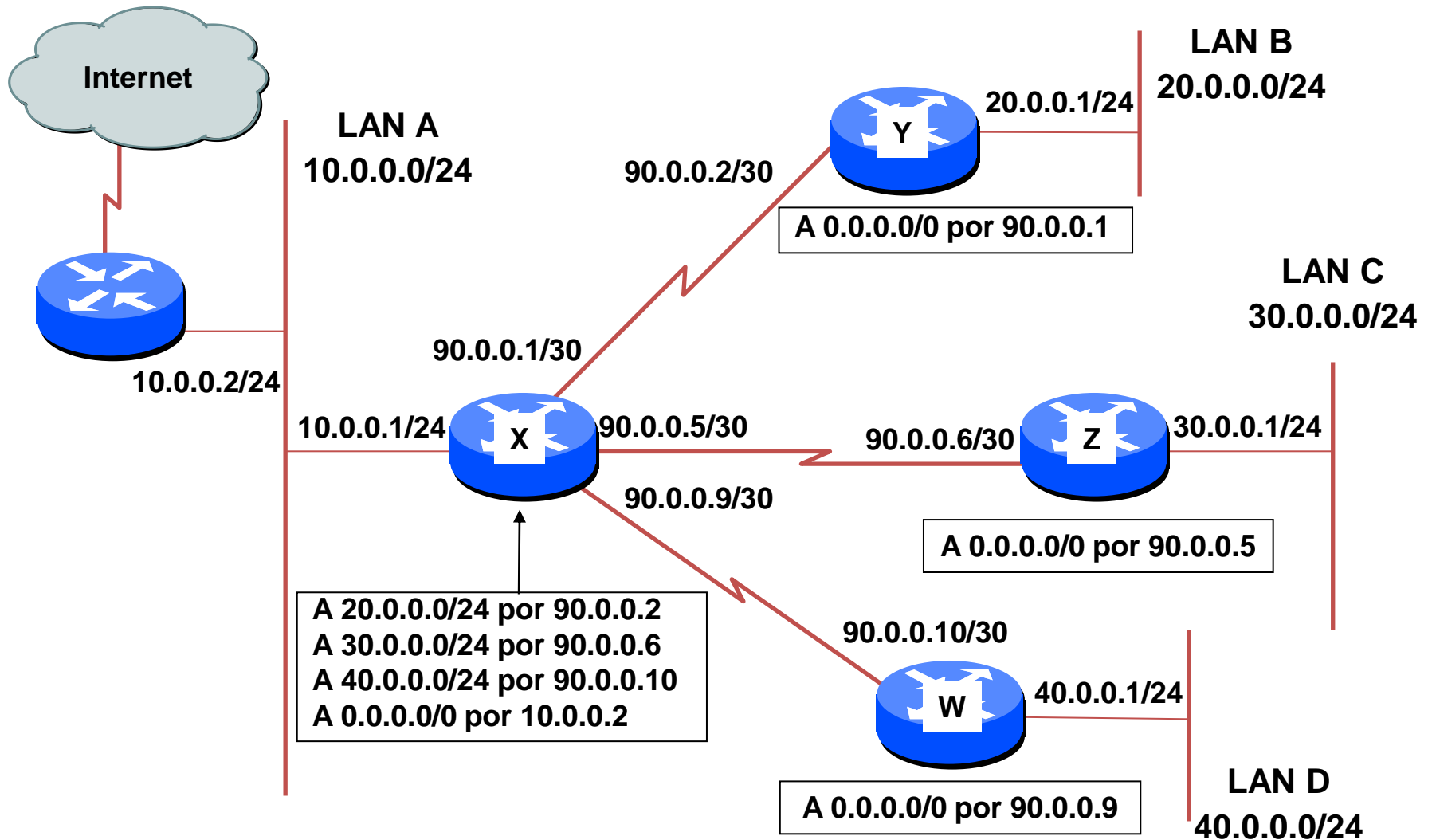
# Ejemplo de uso de subredes



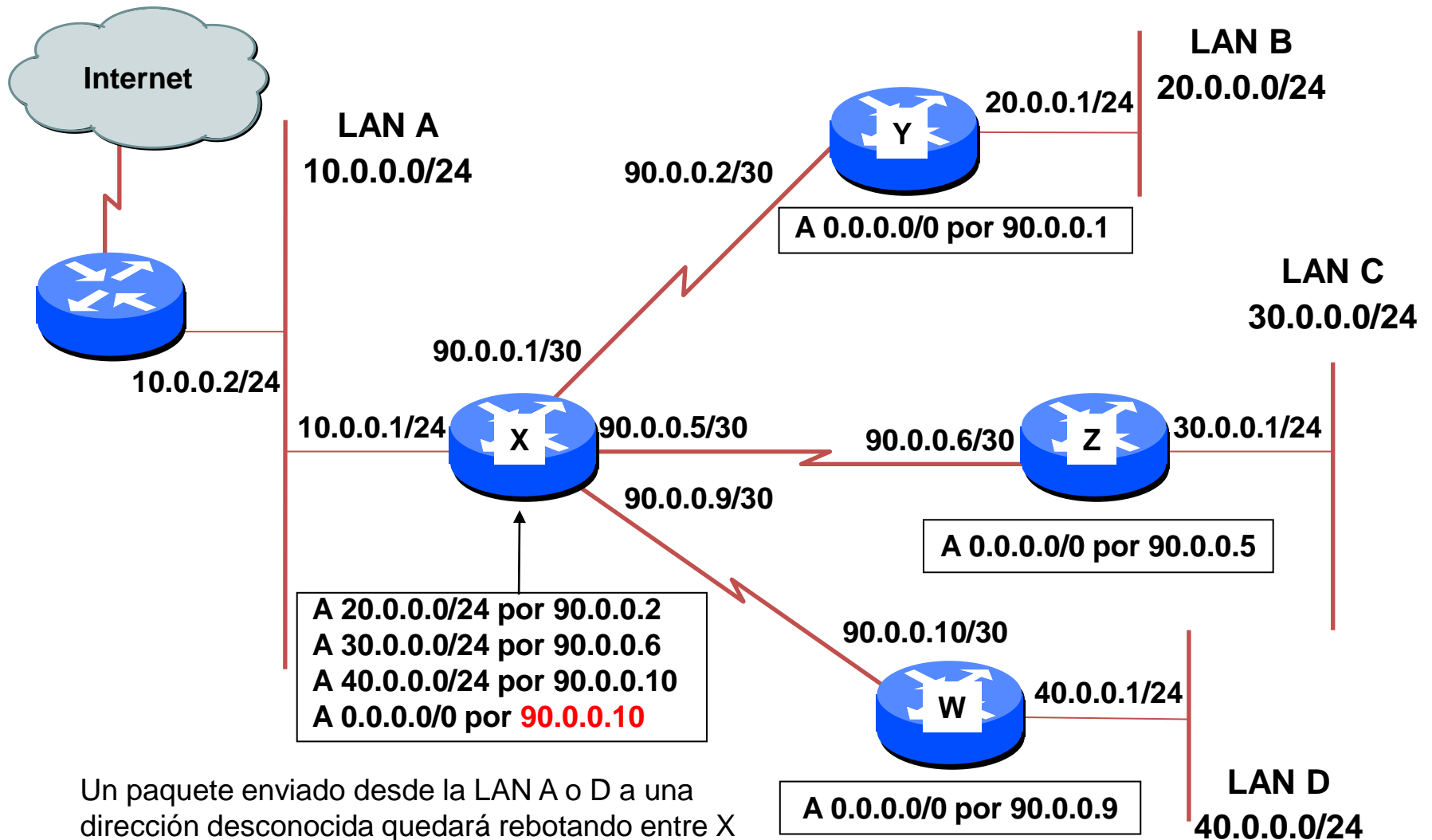
# Ruta por defecto

- A menudo al especificar las rutas en un router muchas se encaminan por la misma dirección, y no es cómodo especificarlas una a una. Para evitarlo se puede utilizar la llamada 'ruta por defecto'.
- Un caso típico es un router que conecta una LAN a Internet por ADSL. Todas las redes, excepto la LAN, se encaminan a través de la interfaz ADSL
- La ruta por defecto tiene la sintaxis:  
    A 0.0.0.0 0.0.0.0 por <dir. router por defecto>  
Por ejemplo, si el router por defecto es 20.0.0.1 la ruta sería:  
    **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**
- La ruta por defecto es siempre una ruta de último recurso, solo se utiliza cuando no es aplicable ninguna otra de las rutas definidas

# Ejemplo de uso de la ruta por defecto



# Posible problema de la ruta por defecto



Un paquete enviado desde la LAN A o D a una dirección desconocida quedará rebotando entre X y W hasta que su TTL valga 0

# Direcciones IP especiales

Red o rango	Uso
127.0.0.0 – 127.255.255.255	Reservado (fin clase A)
128.0.0.0 – 128.0.255.255	Reservado (ppio. Clase B)
191.255.0.0 -191.255.255.255	Reservado (fin clase B)
192.0.0.0 – 192.0.0.255	Reservado (ppio. Clase C)
224.0.0.0	Reservado (ppio. Clase D)
240.0.0.0 – 255.255.255.254	Reservado (clase E)
10.0.0.0 – 10.255.255.255	Privado
172.16.0.0 – 172.31.255.255	Privado
192.168.0.0 – 192.168.255.255	Privado
169.254.0.0 – 169.254.255.255	Direcc. de enlace local