



AMPLIACIÓN DE SISTEMAS OPERATIVOS Y REDES

Grado en Ingeniería Informática / Doble Grado

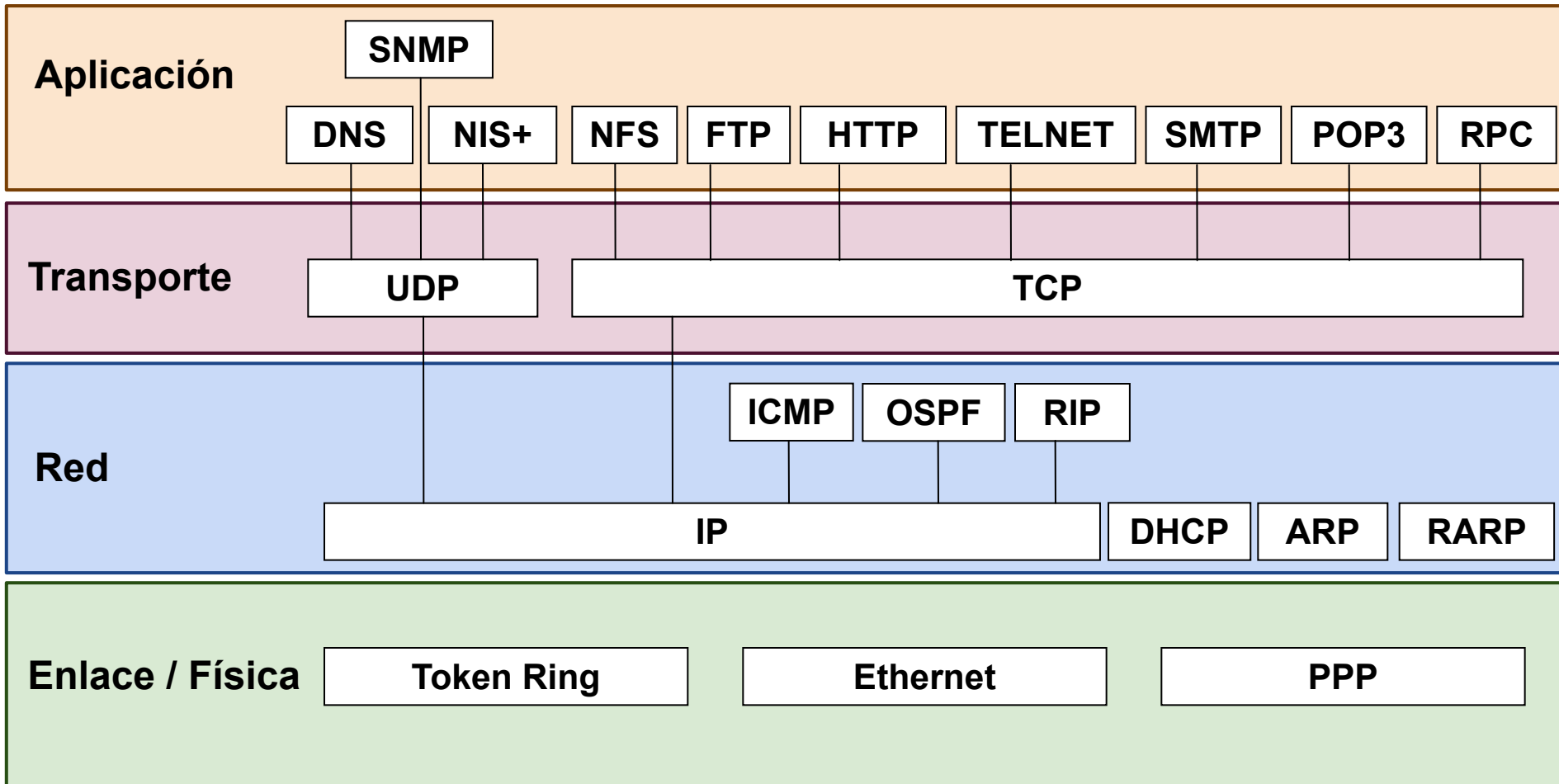
Universidad Complutense de Madrid

TEMA 1.1. Revisión de IPv4. Protocolo DHCP

PROFESORES:

Rubén Santiago Montero
Eduardo Huedo Cuesta
Rafael Rodríguez Sánchez

Arquitectura TCP/IP



Protocolo de Internet: IP

Protocolo de red de TCP/IP

- Proporciona un servicio básico de entrega de paquetes
- Protocolo **no orientado a conexión** (no fiable)
 - No realiza detección ni recuperación de paquetes perdidos o erróneos
 - No garantiza que los paquetes lleguen en orden
 - No garantiza la detección de paquetes duplicados

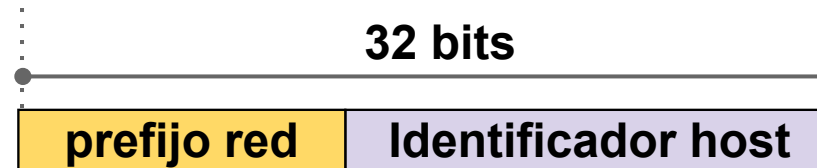
Funciones básicas del protocolo IP

- **Esquema global de direccionamiento**
 - Dirección IP
- **Encapsulado de datos y formato**
 - Datagrama IP
- **Fragmentación y reensamblaje de paquetes**
 - División del paquete en fragmentos de un tamaño aceptable por la red
- **Reenvío de paquetes**
 - Retransmisión de paquetes de una red a otra, basada en la información de la tabla de rutas, que se construye con los protocolos de encaminamiento (RIP, OSPF, BGP)

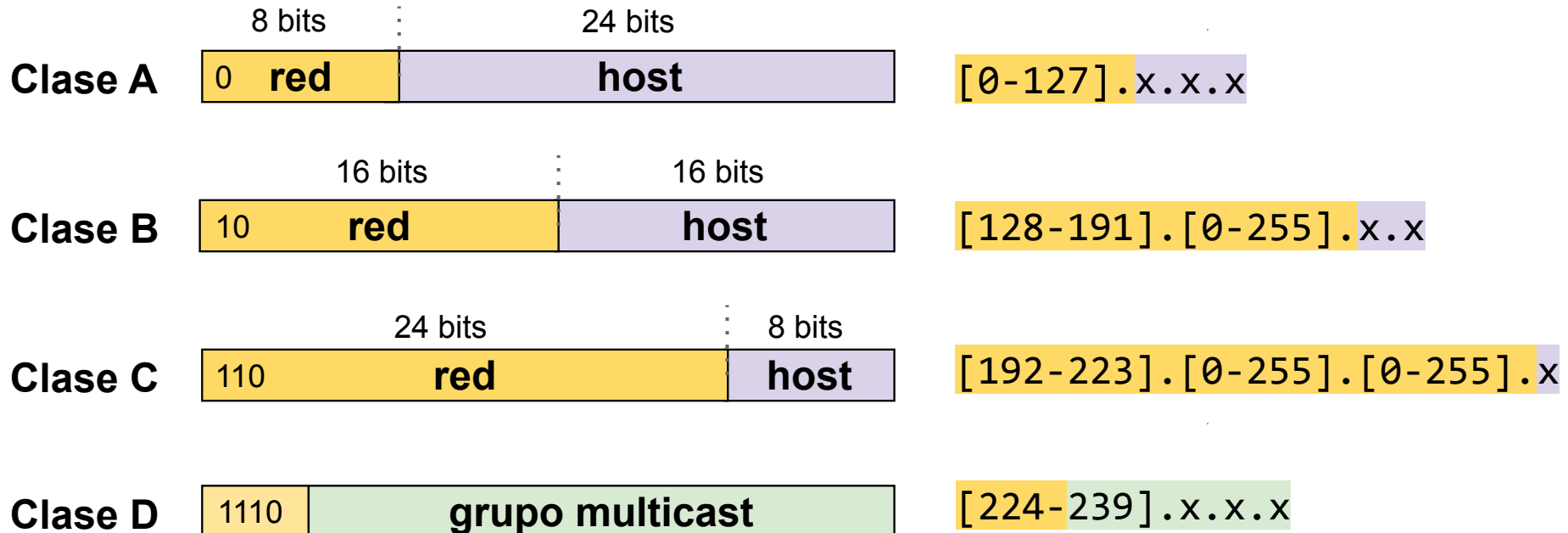
Direccionamiento IP

Estructura y Notación

- Las direcciones IP constan de 4 bytes (32 bits)
- Para expresarlas se utiliza la “notación de punto” (Ej. 10.0.0.1)



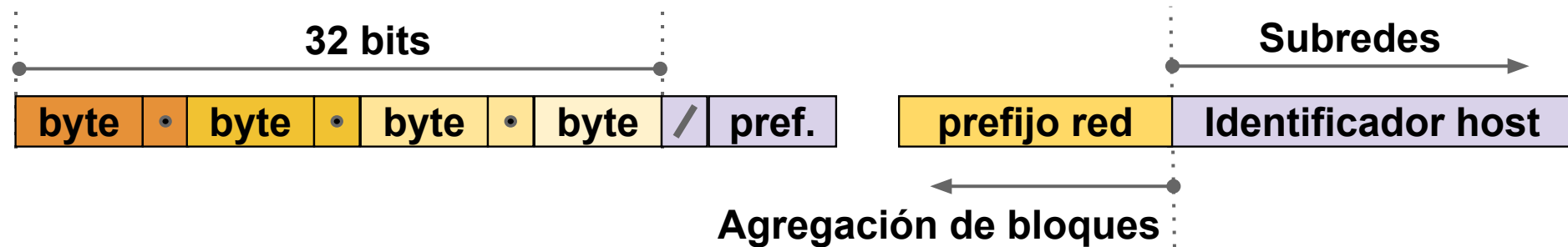
Direccionamiento basado en clases



Direccionamiento IP

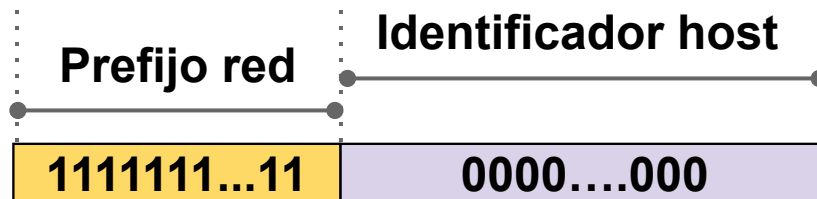
CIDR (Classless Inter-Domain Routing)

- Intenta aliviar el problema del agotamiento de direcciones
- Elimina la estructura fija basada en clases
- El espacio de direcciones se divide en bloques de tamaño arbitrarios
- Notación barra (o CIDR) que incluye la longitud del prefijo



Máscara de Red

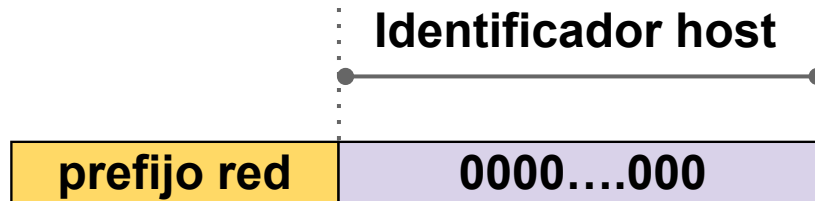
- Sirve para determinar el prefijo de red de una dirección IP (Y lógica)
- Notación decimal o CIDR



Direccionamiento IP

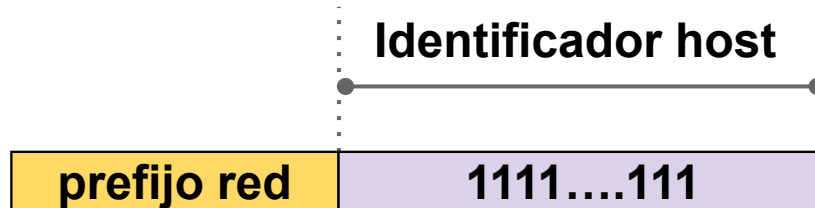
Direcciones de Red

- Se utilizan para representar a una red completa en las tablas de encaminamiento
- Nunca se utilizan como dirección destino ni se asignan a un host concreto



Direcciones de Broadcast

- Se utilizan para enviar un paquete a todas las máquinas de la red local



Direcciones de Loopback


- Direcciones de bucle interno
- Formato 127.x.y.z (típicamente 127.0.0.1)

Direccionamiento IP

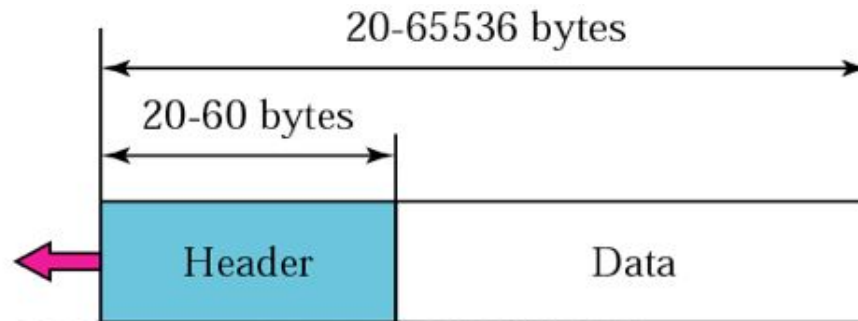
Direcciones Privadas

- Conjunto de direcciones reservadas para uso privado
- No son válidas para su uso en Internet
- Los rangos de direcciones IP privadas son los siguientes:
 - 10.0.0.0 – 10.255.255.255 ~ 1 red privada de clase A (/8)
 - 172.16.0.0 – 172.31.255.255 ~ 16 redes privadas de clase B (/16)
 - 192.168.0.0 – 192.168.255.255 ~ 256 redes privadas de clase C (/24)

Direcciones Multicast (224.0.0.0/4) - RFC 1112

- Identifican de forma lógica a un grupo de hosts en el segmento de red. Ejemplos
 - 224.0.0.1 (todos los hosts)
 - 224.0.0.2 (todos los routers)
 - 224.0.0.251 (mDNS)
- Relación con la capa de enlace (Ethernet - tipo 0x0800, RFC 7042 - Sección 2.1.1)
 - IP: 224.0.0.1  23 bits
 - MAC: 01:00:5E:00:00:01

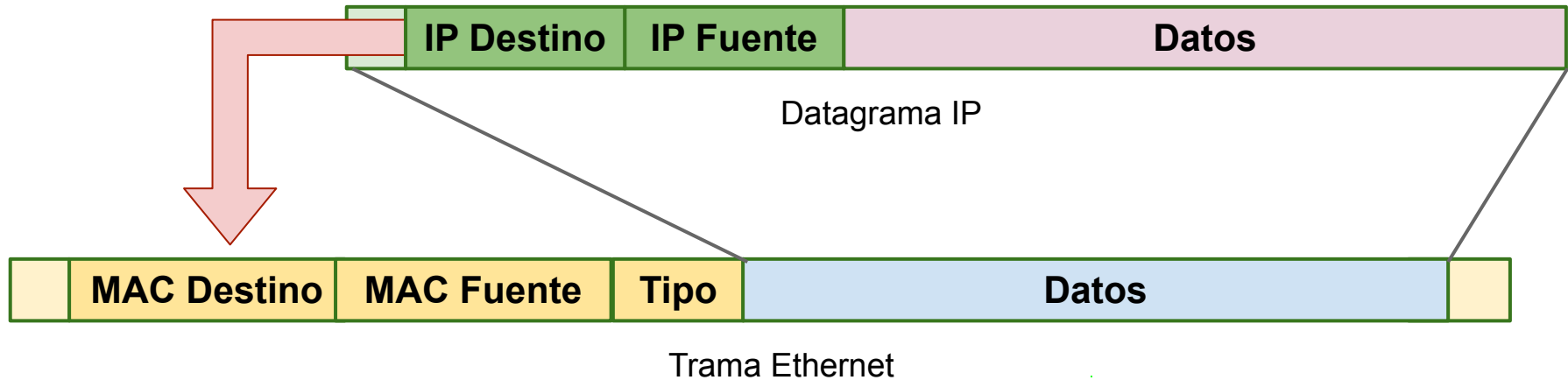
Formato del datagrama IP



VER 4 bits	HLEN 4 bits	DS 8 bits	Total length 16 bits	
Identification 16 bits			Flags 3 bits	Fragmentation offset 13 bits
Time to live 8 bits		Protocol 8 bits	Header checksum 16 bits	
Source IP address				
Destination IP address				
Option				

Protocolo de traducción de direcciones: ARP

- Establece la correspondencia entre direcciones IP y MAC



- La tabla ARP mantiene las direcciones IP de las últimas máquinas con las que nos hemos comunicado y las direcciones Ethernet asociadas

Formato del mensaje ARP

0		8	16	31
Hardware Type		Protocol Type		
Hardware length	Protocol length	Operation Request:1, Reply:2		
Source hardware address				
Source protocol address				
Destination hardware address (Empty in request)				
Destination protocol address				

Hardware: LAN or WAN protocol

Protocol: Network-layer protocol

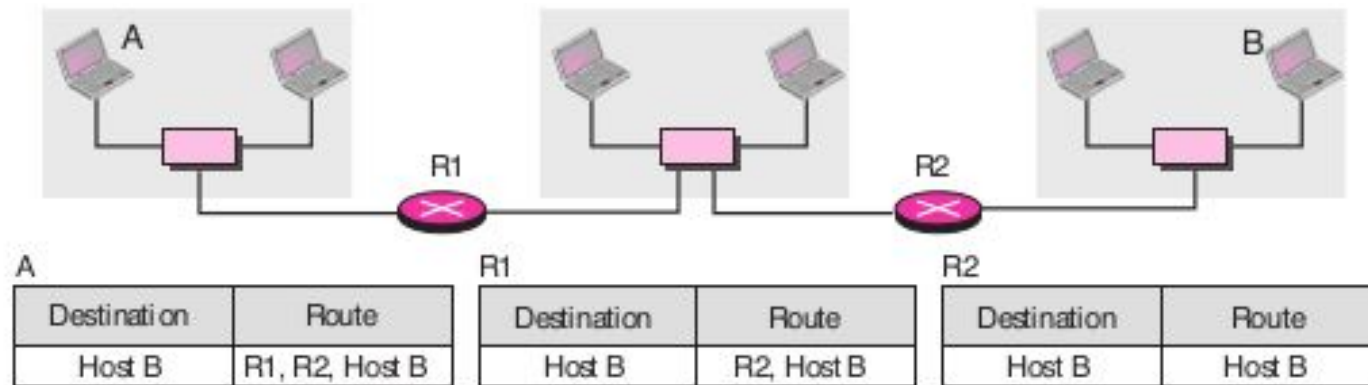
Reenvío de paquetes

- Cuando un encaminador recibe un paquete, lo reenvía por el enlace adecuado para alcanzar el destino
- La elección del enlace se realiza según:
 - **Tablas de encaminamiento:** Usando el campo dirección destino del paquete IP (no orientado a conexión)
 - Encaminamiento por siguiente salto (*next hop routing*)
 - Entradas en la tabla (camino) por host, red o por defecto
 - Las entradas de red pueden ser con o sin clase
 - **Etiquetas:** Cada paquete IP se etiqueta y se conmuta según esa etiqueta (orientado a conexión)
 - Reduce la complejidad de la tabla de encaminamiento
 - Se usa siempre el mismo circuito (entrega en orden y tiempo predecible)
 - Campo Flow Label en la cabecera IPv6
 - MPLS (Multiprotocol Label Switching)

Tablas de encaminamiento

Encaminamiento por siguiente salto (*Next-Hop Routing*)

- Se basa en el **principio de optimalidad** de Bellman: Si el camino más corto entre dos encaminadores A y B es a través de C, entonces el camino más corto de C a B es a través de la misma ruta
- Para encaminar un paquete a lo largo del camino más corto, sólo es necesario conocer la identidad del siguiente encaminador inmediato a lo largo del camino



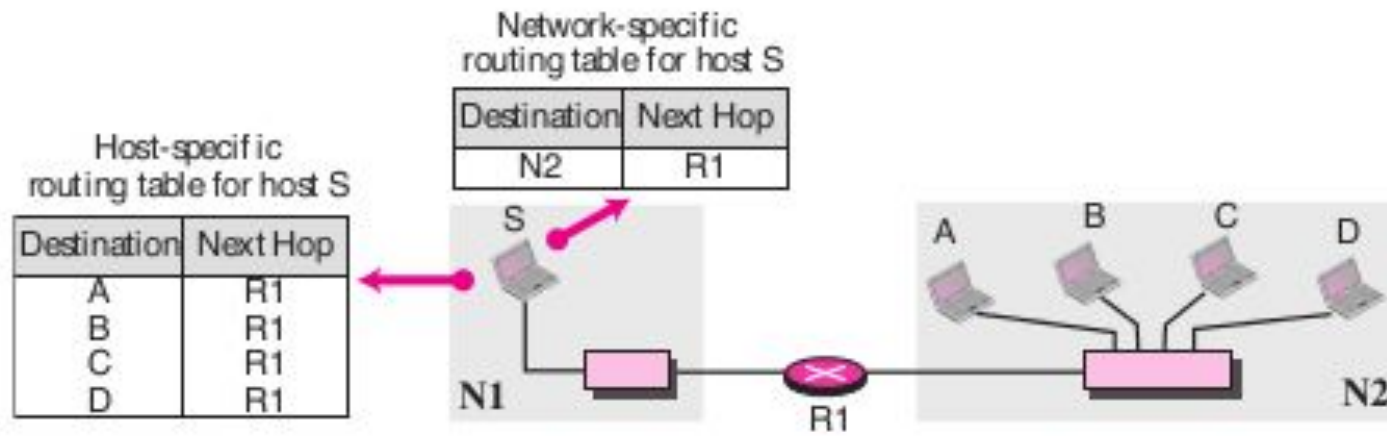
a. Routing tables based on route

A		R1		R2	
Destination	Next Hop	Destination	Next Hop	Destination	Next Hop
Host B	R1	Host B	R2	Host B	---

b. Routing tables based on next hop

Tablas de encaminamiento

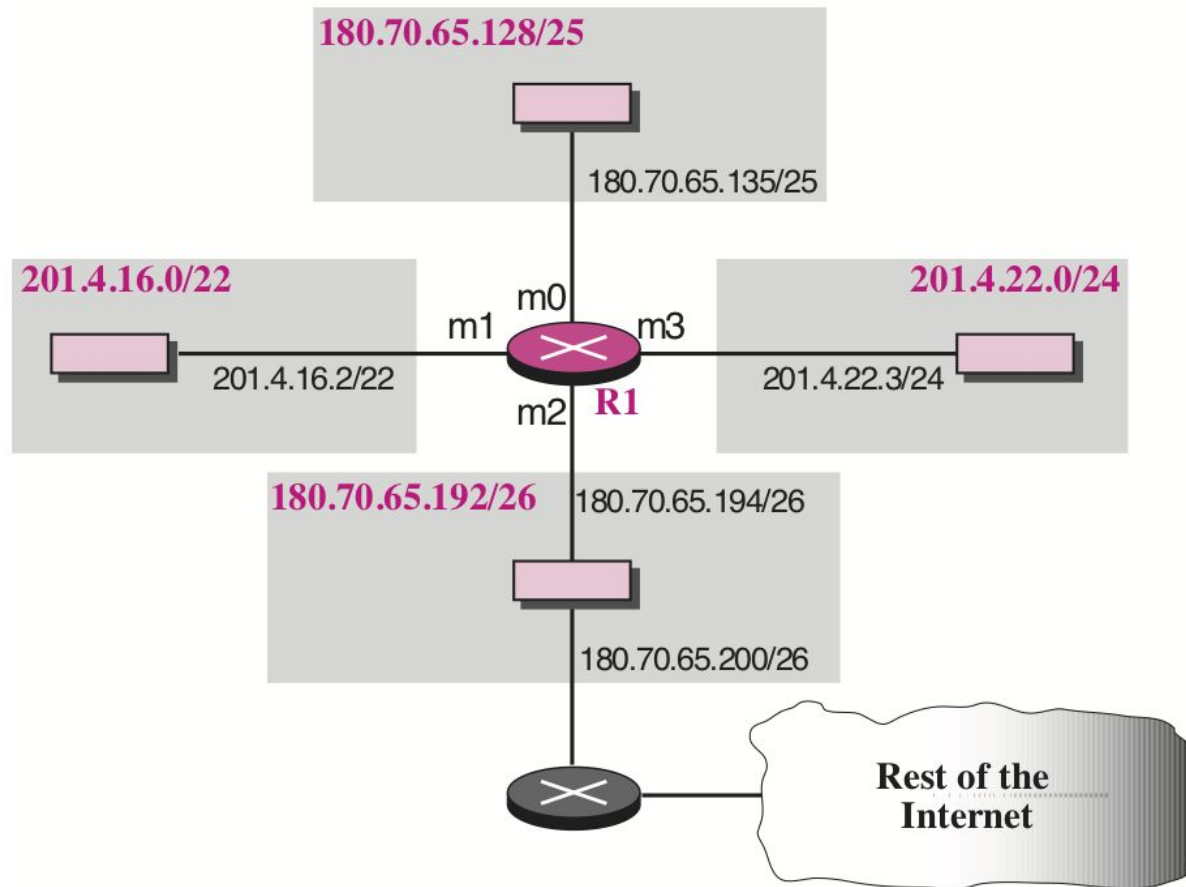
- En general, una tabla de encaminamiento tiene la siguiente información:
 - Destino
 - Máscara o prefijo de red (CIDR)
 - Interfaz (entrega directa) y/o siguiente salto (entrega indirecta)
 - Métrica asociada al camino
- Un destino puede ser:
 - Un host específico: No es viable para el encaminamiento en internet
 - Una red: Para redes sin clase, hay que añadir el tamaño de los prefijos
 - Por defecto (*default*): Camino para los paquetes que no encajen en ninguna entrada



Tablas de encaminamiento

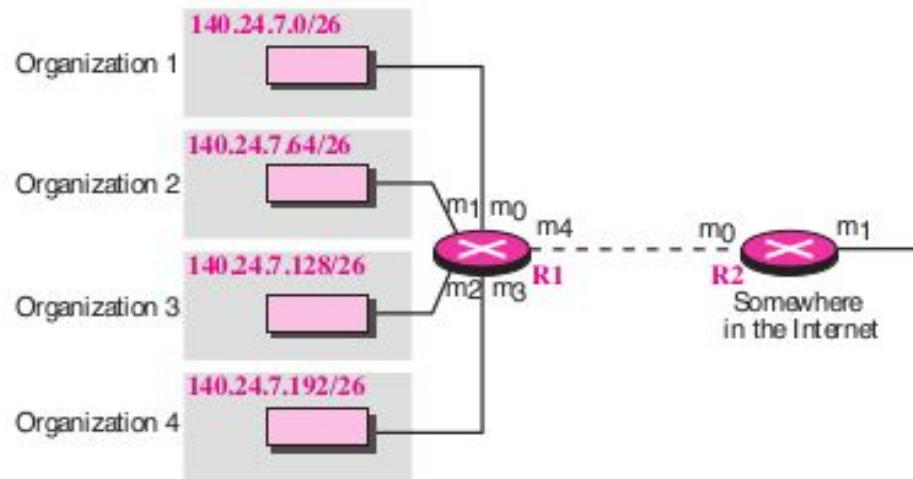
Ejemplo: Dada la siguiente topología de red:

- Determine la tabla de encaminamiento para el encaminador R1
- Describir el procesamiento de dos paquetes con dirección destino 201.4.22.35 y 18.24.32.78, respectivamente



Tablas de encaminamiento

- El encaminamiento escalable en Internet depende de controlar el tamaño de las tablas de rutas de los encaminadores
 - El encaminamiento con clase no es viable debido al gran número de redes (y, por tanto, entradas en las tablas) en Internet
- El encaminamiento en Internet se basa en:
 - CIDR, que permite agregación de direcciones y resumir las entradas
 - Encaminamiento jerárquico, que limita la información intercambiada



Mask	Network address	Next-hop address	Interface
/26	140.24.7.0	-----	m0
/26	140.24.7.64	-----	m1
/26	140.24.7.128	-----	m2
/26	140.24.7.192	-----	m3
/0	0.0.0.0	default router	m4

Routing table for R1

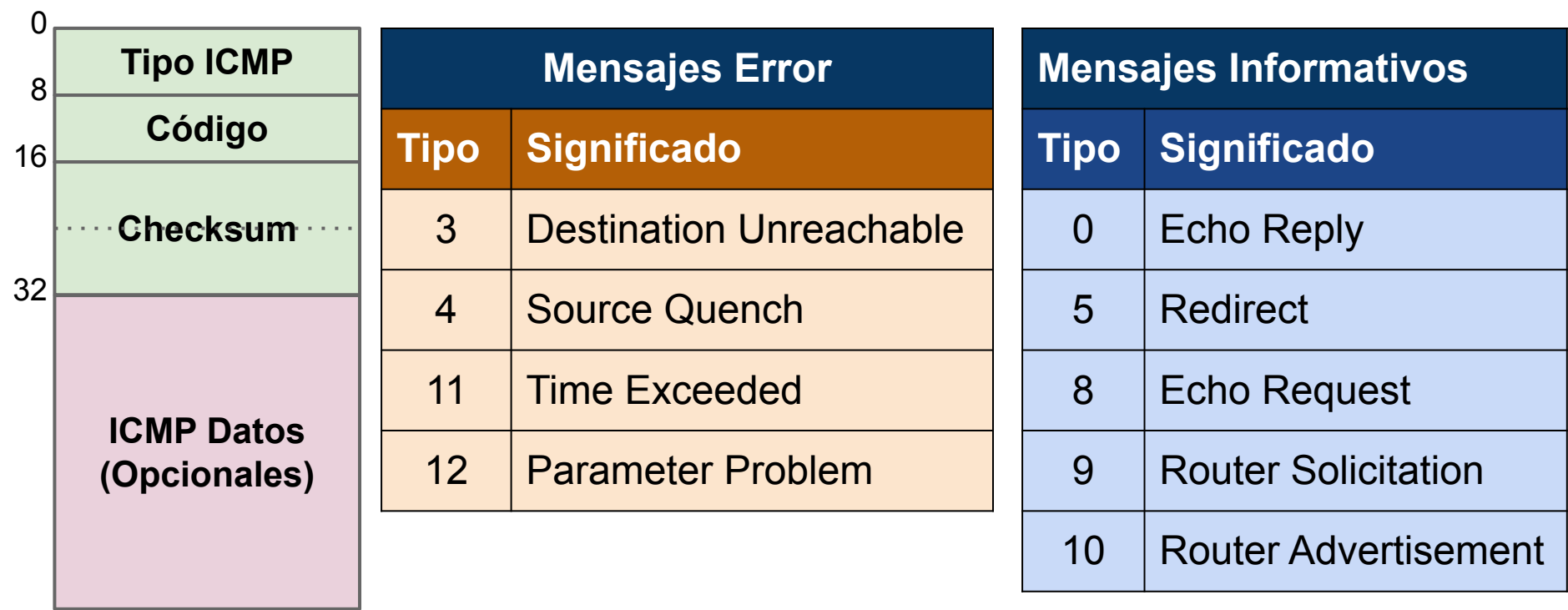
Mask	Network address	Next-hop address	Interface
/24	140.24.7.0	-----	m0
/0	0.0.0.0	default router	m1

Routing table for R2

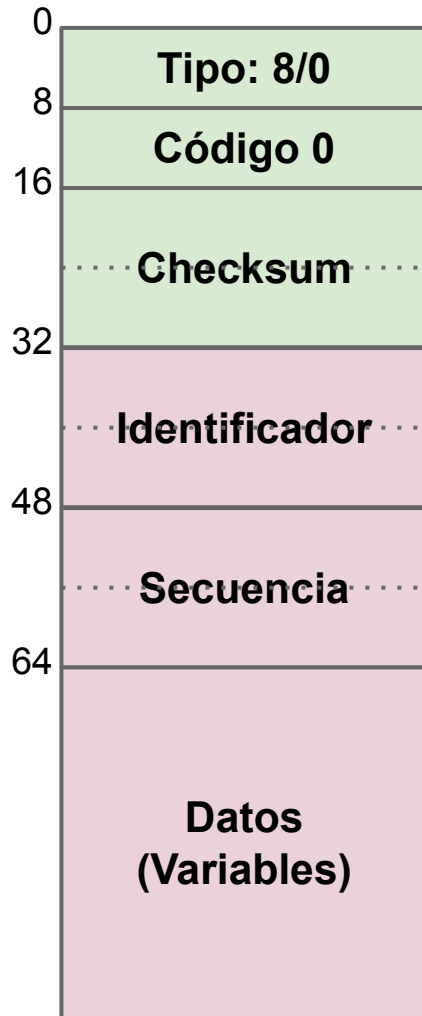
Protocolo de mensajes de control: ICMP

Características

- Es un protocolo para el intercambio de mensajes de control en la red
- Los mensajes ICMP se pueden clasificar en dos tipos:
 - **Error:** para informar de situaciones de error en la red
 - **Informativos:** sobre la presencia o el estado de un determinado sistema



ICMP: Echo Request/Reply

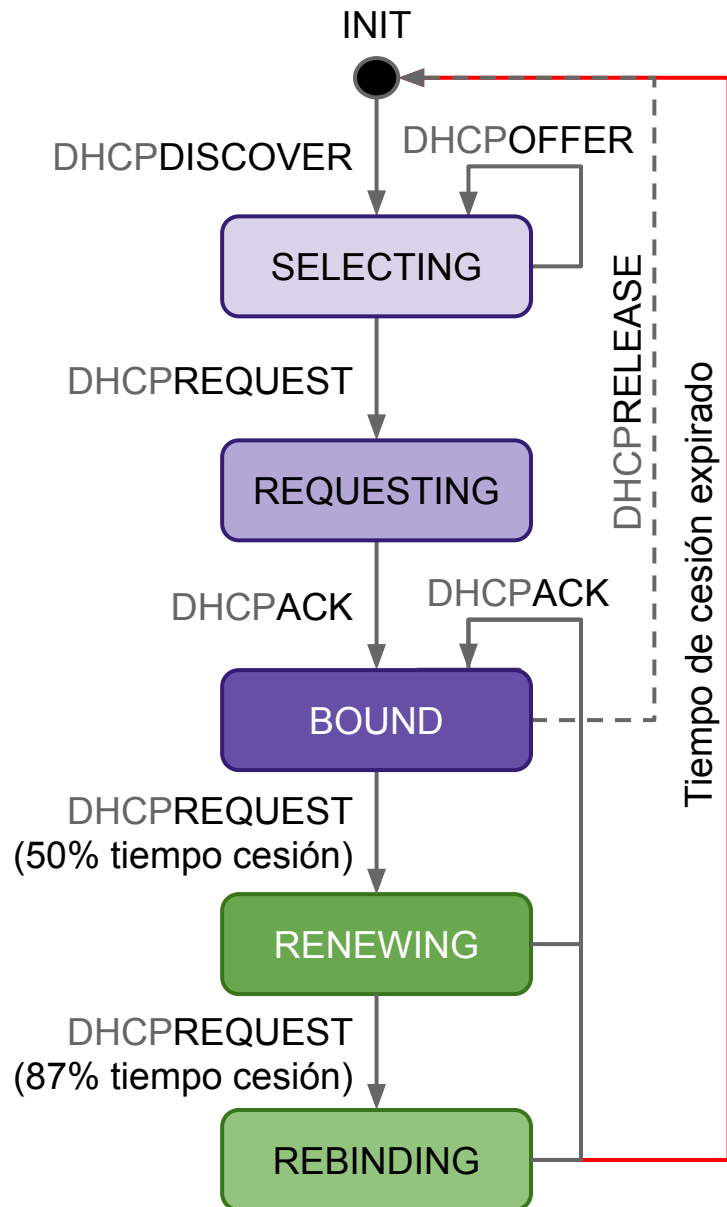


- Se utilizan para ver si un computador es alcanzable
- Formato de los mensajes Echo Request/Echo Reply
 - **Identificador:** Permite establecer la correspondencia entre solicitud (Request) y respuesta (Reply); ambos con el mismo identificador.
 - **Secuencia:** También se utiliza para establecer la correspondencia entre solicitud y respuesta, cuando se envían varios Echo Requests consecutivos con el mismo identificador.
 - **Datos:** Un número determinado de bytes aleatorios.
- La orden ping envía mensajes ICMP Echo Request y espera la recepción de mensajes ICMP Echo Reply

Protocolo de configuración dinámica: DHCP

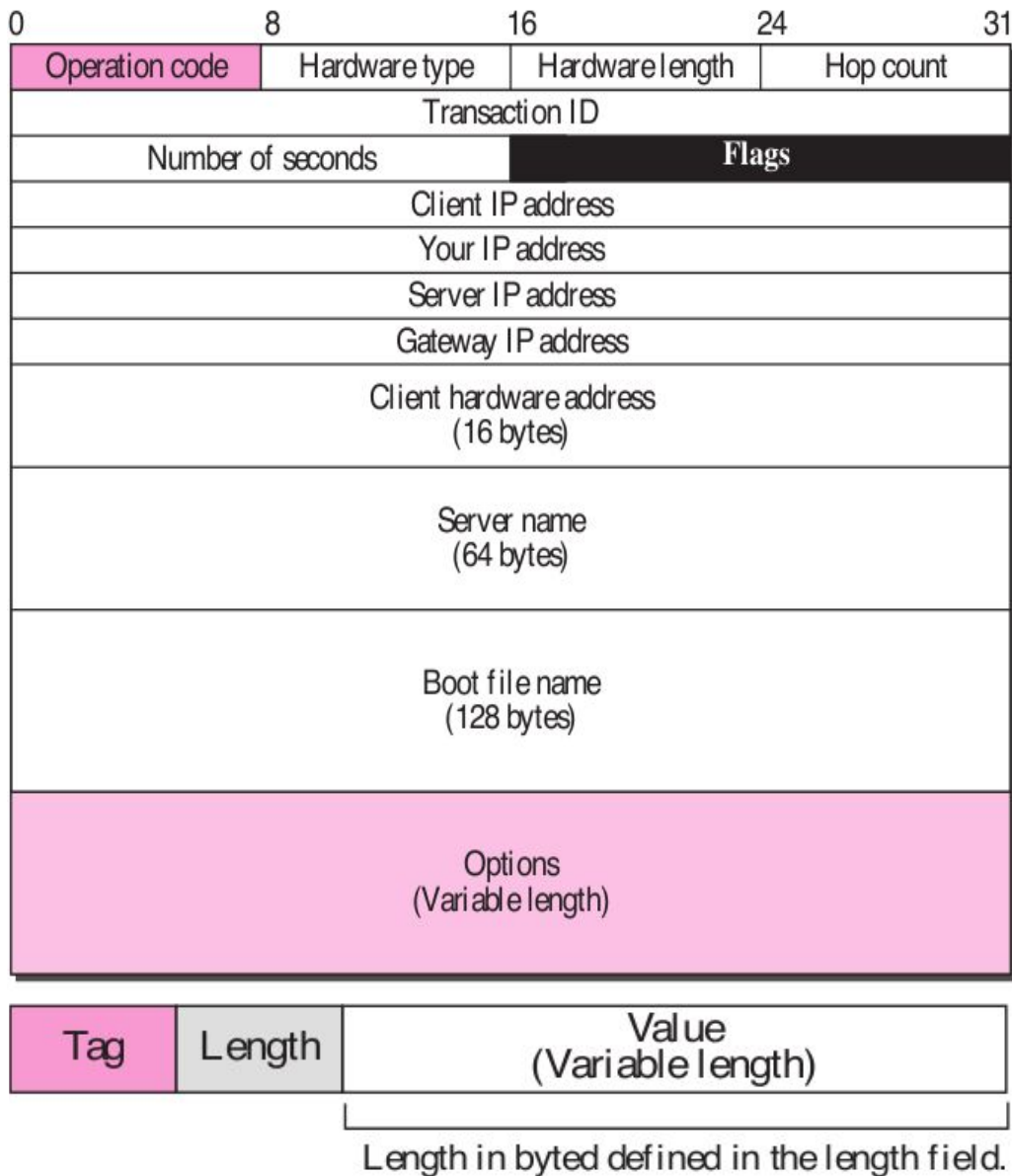
- Configuración automática de los parámetros de la red
 - Dirección IP y máscara de red
 - Router predeterminado
 - Servidores DNS
 - Otros parámetros y servicios de red
- **Antecedentes**
 - RARP (Reverse ARP): Sólo es útil en el segmento de red. Únicamente provee la dirección IP
 - BOOTP (Bootstrap Protocol): Soluciona los problemas de RARP pero sólo soporta configuraciones estáticas (similar a DHCP en configuración estática)
- **Características (RFC 2131)**
 - Protocolo cliente/servidor sobre UDP en los puertos 67 (servidor) y 68 (cliente). **Nota:** el puerto cliente no es un puerto efímero
 - Control de errores basado en sumas de comprobación, temporizadores y retransmisiones
 - Protocolo TFTP para la transferencia de ficheros con información adicional o imágenes de arranque
 - DHCP Relay Agent para servidores/clientes en diferentes redes

DHCP: Diagrama de estados y mensajes



- **DHCPDISCOVER:** Mensaje del cliente (broadcast) para descubrir los servidores disponibles (puede contener la última dirección IP asignada).
- **DHCPOFFER:** Respuesta de los servidores, con una oferta de parámetros de configuración (puede recibirse más de una).
- **DHCPREQUEST:** Petición de oferta del cliente (broadcast, para notificar a todos los servidores) o extensión del tiempo de cesión. El servidor seleccionado se especifica en una opción.
- **DHCPACK:** Mensaje de confirmación del servidor (broadcast) con parámetros definitivos.
- **DHCPRELEASE:** Mensaje del cliente para informar al servidor de que ha finalizado el uso de la dirección IP (no es obligatorio).

DHCP: Formato del mensaje



Code: 0x01 (request), 0x02 (reply)

Hw type - length: 1 - 6 para Ethernet

Trans. ID: Correspondencia entre solicitud y respuesta

Your IP: ofrecida por el servidor

Server name - Boot filename:
compatibilidad con BOOTP

Options: Información de configuración (RFC 2132)

- Servidores DNS
- Host name
- TCP/IP (MTU, TTL...)
- Servidores NTP, SMTP, POP3...
- DHCP extensions (tipo mensaje, servidor TFTP, tiempo de cesión, Id. servidor, Id. cliente...)