



# Capa de red

# Objetivo

- ▶ Proveer servicios para intercambiar secciones de datos individuales a través de la red entre dispositivos finales identificados.

# Procesos básicos

Para realizar este transporte de extremo a extremo la Capa de red utiliza 4 procesos básicos:

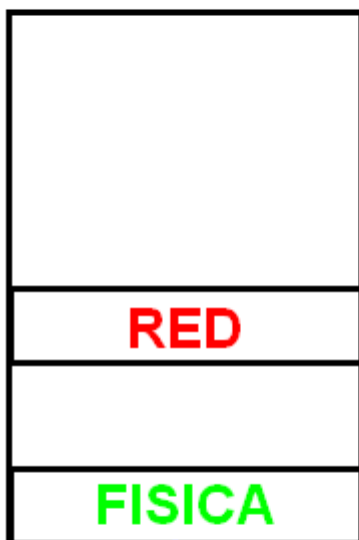
- ▶ Direccionamiento
- ▶ Encapsulamiento
- ▶ Enrutamiento / encaminamiento
- ▶ Desencapsulamiento



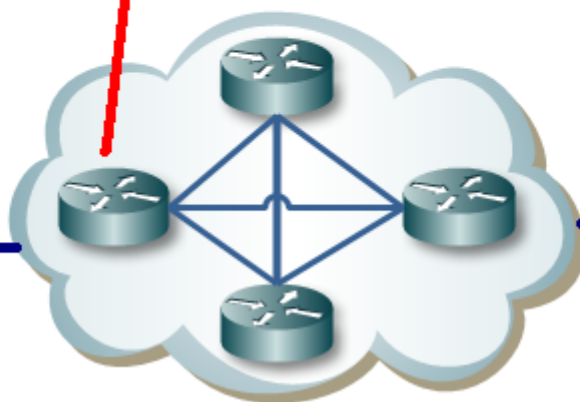
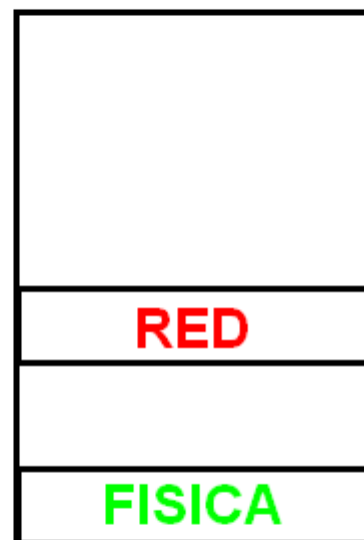
192.168.32.11

## **DIRECCIONAMIENTO**

192.168.36.5



## **ENCAMINAMIENTO**



# Protocolos de capa de red

- ▶ Versión 4 del protocolo de Internet (IPv4)
- ▶ Versión 6 del protocolo de Internet (IPv6)
- ▶ Intercambio Novell de paquetes de Internetwork (IPX)
- ▶ Apple Talk
- ▶ Servicio de red sin conexión (CLNS/DECNet)

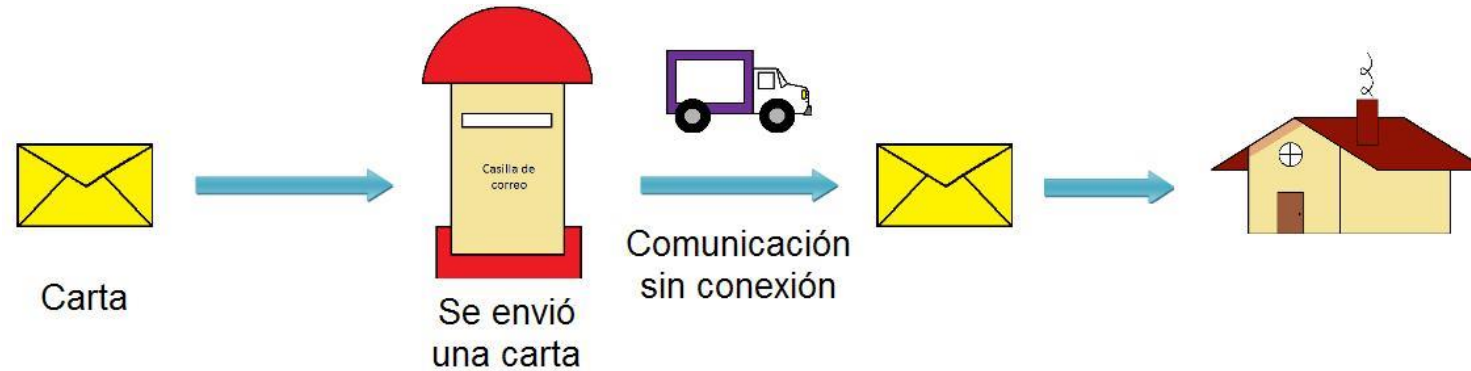
# Protocolos de capa de red

- ▶ Fue diseñado como un protocolo de bajo costo.
- ▶ Provee sólo las funciones necesarias para **enviar** un **paquete** desde un **origen** a un **destino** a través de un **sistema interconectado de redes**.

# Características

- ▶ **Sin conexión:** No establece conexión antes de enviar los paquetes de datos.
- ▶ **Máximo esfuerzo** (no confiable): No se usan encabezados para garantizar la entrega de paquetes.
- ▶ **Medios independientes:** Operan independientemente del medio que lleva los datos.

# Sin conexión

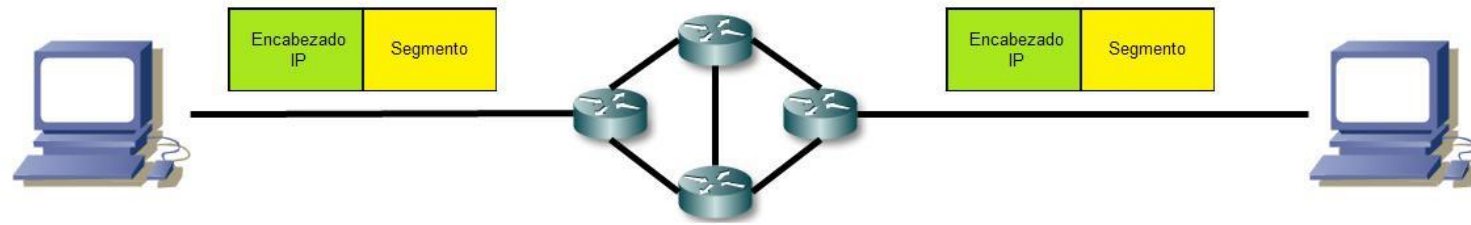


El emisor no sabe:

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

El receptor no sabe:

- Cuando llegará

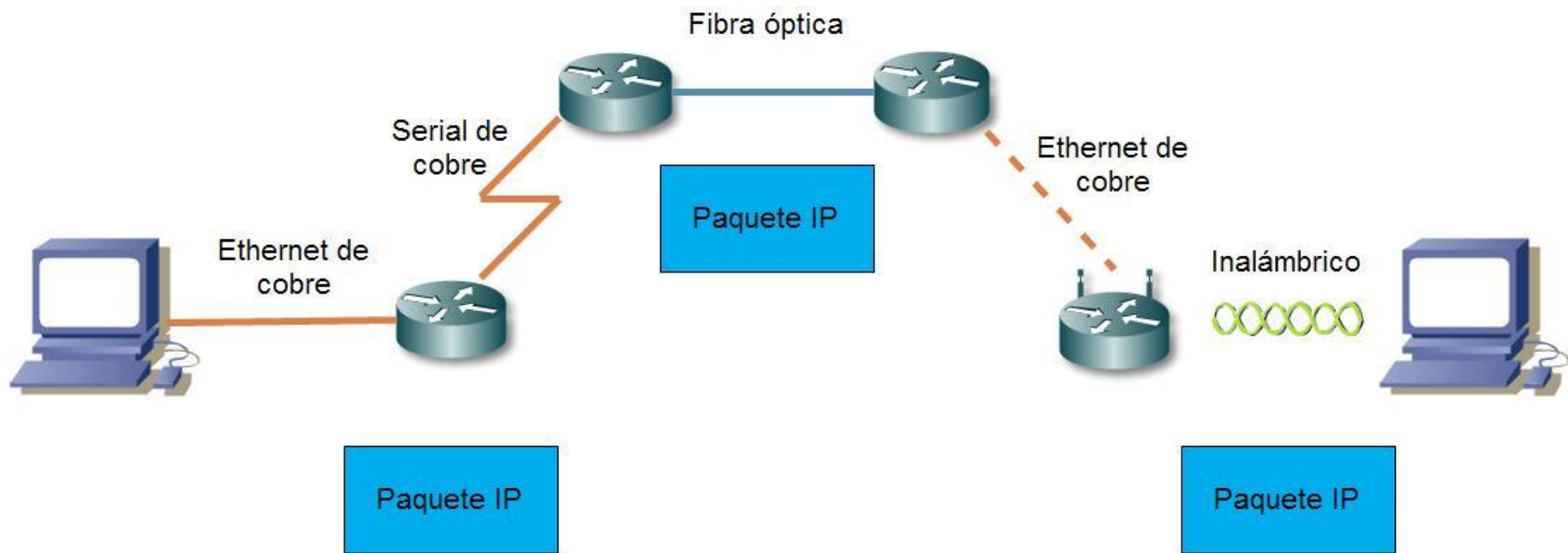




# Mejor intento

- ▶ No confiable significa que IP no tiene la capacidad de administrar ni recuperar paquetes no entregados o corruptos
- ▶ Como los protocolos en otras capas pueden administrar la confiabilidad, se le permite a IP funcionar con mucha eficiencia.

# Independencia de medios



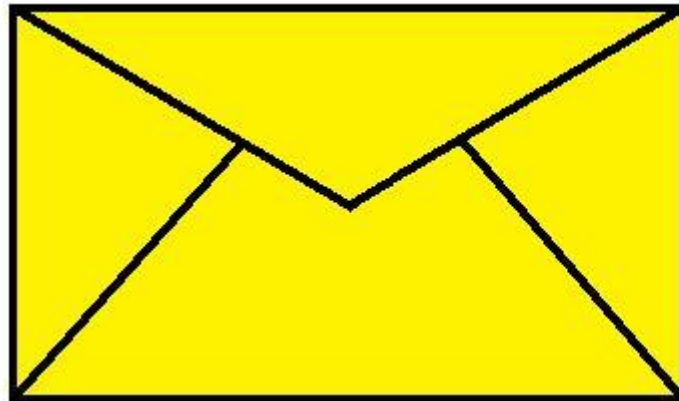
# Direccionamiento

# ¿Dividir redes?

- ▶ Geográfica
- ▶ Propósito
- ▶ Propiedad
- ▶ Seguridad
  - ▶ Rendimiento

# Para dividir redes necesitamos:

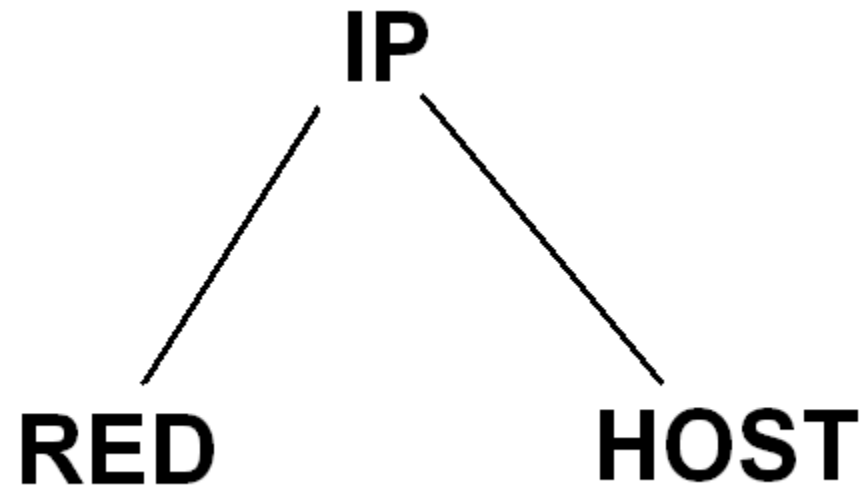
- Direccionamiento jerárquico



Nombre  
Dirección  
Código Postal  
Estado  
País

# Dirección lógica

- Dirección lógica IPv4 es de **32 bits**, jerárquica y está constituida por dos partes.



# Dirección lógica

- Por comodidad, las direcciones IPv4 se dividen en

**4 grupos de 8 bits** (octetos)

- Cada parte se convierte a su valor decimal y se dividen por punto.

**192.168.18.57**  
                                           
**RED** **HOST**

# Máscara de subred

- ▶ Longitud: 32 bits. Representación en decimal
- ▶ Utiliza unos y ceros para indicar cuáles bits de la dirección son **bits de red** y cuáles **bits de host**

**IP** 192.168.2.8

**MÁSCARA** 255.255.255.0



# Modo de operación

► Operador lógico: **AND**

**11000000.10101000.00000010.00001000**

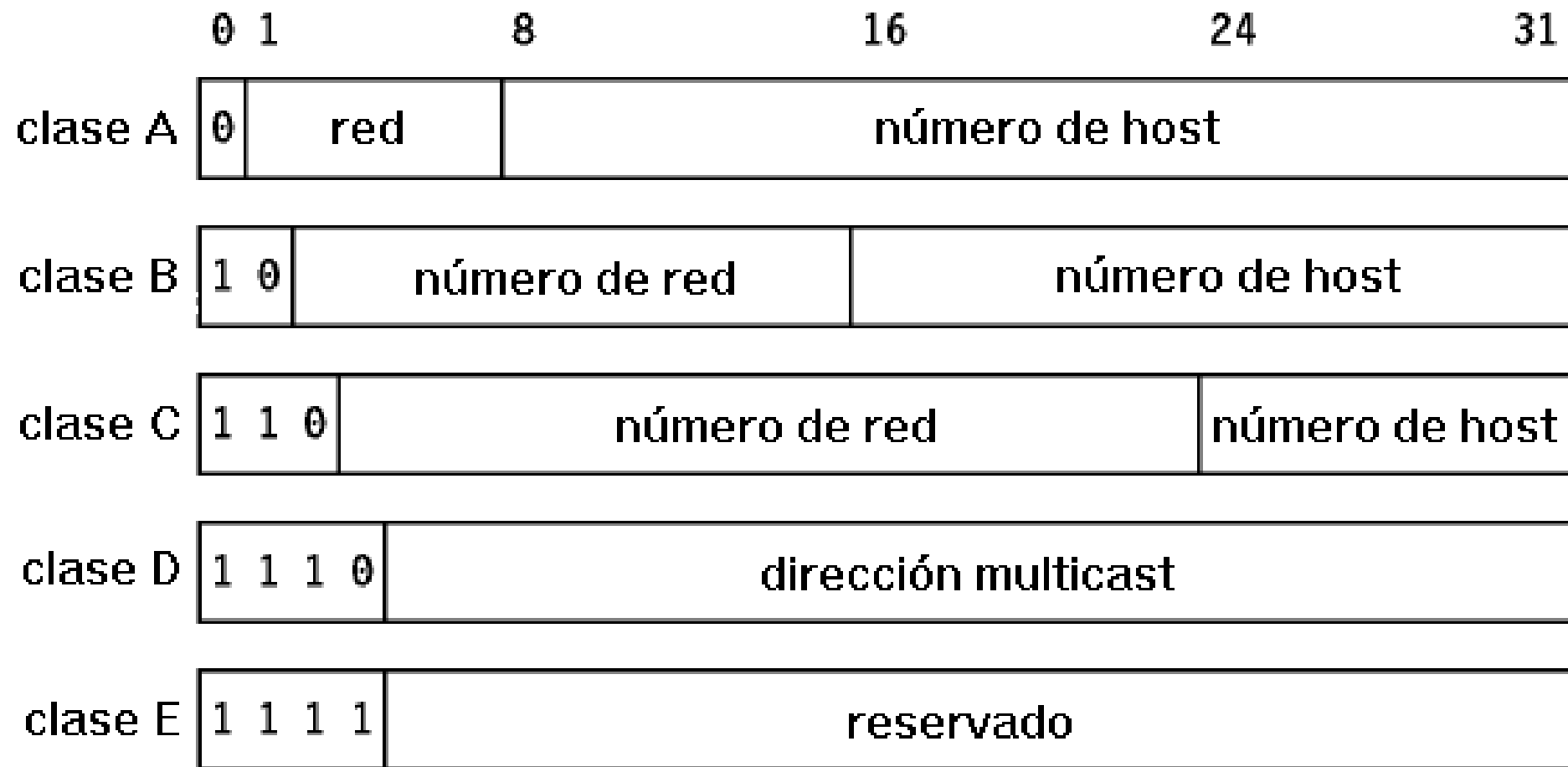
**11111111.11111111.11111111.00000000**

---

**11000000.10101000.00000010.00000000**

# Clasificación de direcciones

Classes IP



# Prefijo de red

- ▶ El prefijo de red es una representación de cuántos bits representan la porción de red.
- ▶ **172.16.4.0 /24**, /24 es la longitud de prefijo e indica que los primeros 24 bits son la dirección de red. Esto deja a los 8 bits restantes, el último octeto, como la porción de host.

# Classes IP

- ▶ **Clase A 0.0.0.0 /8 a 127.0.0.0 /8**
- ▶ **Clase B 128.0.0.0 /16 hasta 191.255.0.0 /16**
- ▶ **Clase C 192.0.0.0 /24 a 223.255.255.0 /24**

# Tipos de direcciones IPv4

- ▶ **Dirección de red:** la dirección en la que se hace referencia a la red.
- ▶ **Dirección de broadcast:** una dirección especial utilizada para enviar datos a todos los hosts de la red.
- ▶ **Direcciones host:** las direcciones asignadas a los dispositivos finales de la red.

# Rango de direcciones IPv4 Reservadas y especiales

- ▶ **Direcciones experimentales** 240.0.0.0 a 255.255.255.254
- ▶ **Direcciones multicast** 224.0.0.0 a 239.255.255.255
- ▶ **Ruta predeterminada** 0.0.0.0 - 0.255.255.255 (0.0.0.0/8)
- ▶ **Loopback** 127.0.0.0 a 127.255.255.255
- ▶ **Enlace local** 169.254.0.0 a 169.254.255.255  
(169.254.0.0 /16)
- ▶ **Test Net** 192.0.2.0 a 192.0.2.255 (192.0.2.0 /24)



# *Direcciones públicas y privadas*

## *Direcciones privadas*

- 10.0.0.0 a 10.255.255.255 (10.0.0.0 /8)
- 172.16.0.0 a 172.31.255.255 (172.16.0.0 /12)
- 192.168.0.0 a 192.168.255.255 (192.168.0.0 /16)



ARP



ADDRESS RESOLUTION  
PROTOCOL

# ARP

- ▶ Protocolo que permite asociar una dirección IP con la dirección MAC correspondiente.
- ▶ Envía un broadcast a todos los host conectados en una misma red LAN
- ▶ Guarda las asociaciones en una tabla en memoria caché

# Paquete ARP

A R P  P a c k e t	physical layer header		x bytes
	hardware address space		2 bytes
	protocol address space		2 bytes
	hardware address byte length (n)	protocol address byte length (m)	2 bytes
	operation code		2 bytes
	hardware address of sender		n bytes
	protocol address of sender		m bytes
	hardware address of target		n bytes
	protocol address of target		m bytes

(Untitled) - Wireshark

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Help

Filter: Expression... Clear Apply

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
18	66.517954	HonHaiPr_c9	Broadcast	ARP	Who has 192.168.3.102? Tell 192.168.3.103
19	66.517970	IntelCor_87	HonHaiPr_c9	ARP	192.168.3.102 is at 00:13:02:87:7c:11

\* Frame 18 (42 bytes on wire, 42 bytes captured)

- Ethernet II, Src: HonHaiPr\_c9:40:df (00:1f:e2:c9:40:df), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
  - Destination: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
  - Source: HonHaiPr\_c9:40:df (00:1f:e2:c9:40:df)
  - Type: ARP (0x0806)
- Address Resolution Protocol (request)
  - Hardware type: Ethernet (0x0001)
  - Protocol type: IP (0x0800)
  - Hardware size: 6
  - Protocol size: 4
  - Opcode: request (0x0001)
  - Sender MAC address: HonHaiPr\_c9:40:df (00:1f:e2:c9:40:df)
  - Sender IP address: 192.168.3.103 (192.168.3.103)
  - Target MAC address: 00:00:00\_00:00:00 (00:00:00:00:00:00)
  - Target IP address: 192.168.3.102 (192.168.3.102)

Offset	Hex	ASCII
0000	ff ff ff ff ff ff 00 1f e2 c9 40 df 08 06 00 01	.....@.....
0010	08 00 06 04 00 01 00 1f e2 c9 40 df c0 a8 03 67	.....@....g
0020	00 00 00 00 00 00 c0 a8 03 66	.....f

Frame (frame), 42 bytes      Packets: 19 Displayed: 19 Marked: 0 Dropped: 0      Profile: Default

(Untitled) - Wireshark

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Help

Filter: Expression... Clear Apply

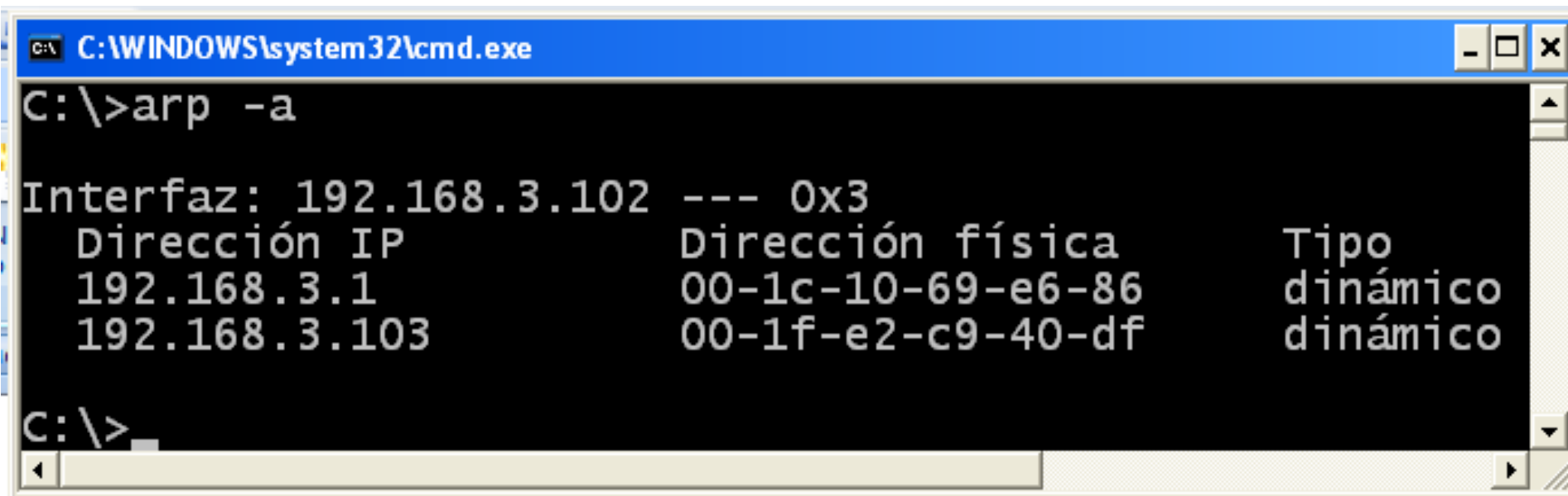
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
18	66.517954	HonHaiPr_c9: Broadcast		ARP	Who has 192.168.3.102? Tell 192.168.3.103
19	66.517970	IntelCor_87: HonHaiPr_c9: ARP			192.168.3.102 is at 00:13:02:87:7c:11

Frame 19 (42 bytes on wire, 42 bytes captured)

- Ethernet II, Src: IntelCor\_87:7c:11 (00:13:02:87:7c:11), Dst: HonHaiPr\_c9:40:df (00:1f:e2:c9:40:df)
  - Destination: HonHaiPr\_c9:40:df (00:1f:e2:c9:40:df)
  - Source: IntelCor\_87:7c:11 (00:13:02:87:7c:11)
  - Type: ARP (0x0806)
- Address Resolution Protocol (reply)
  - Hardware type: Ethernet (0x0001)
  - Protocol type: IP (0x0800)
  - Hardware size: 6
  - Protocol size: 4
  - opcode: reply (0x0002)
  - Sender MAC address: IntelCor\_87:7c:11 (00:13:02:87:7c:11)
  - Sender IP address: 192.168.3.102 (192.168.3.102)
  - Target MAC address: HonHaiPr\_c9:40:df (00:1f:e2:c9:40:df)
  - Target IP address: 192.168.3.103 (192.168.3.103)

0000 00 1f e2 c9 40 df 00 13 02 87 7c 11 08 06 00 01 .....@... ..|.....  
0010 08 00 06 04 00 02 00 13 02 87 7c 11 c0 a8 03 66 ..... ..|....f  
0020 00 1f e2 c9 40 df c0 a8 03 67 .....@... .g

File: "C:\DOCUME~1\ale\CONFIG~1\Temp\ether... Packets: 19 Displayed: 19 Marked: 0 Dropped: 0 Profile: Default



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\>arp -a

Interfaz: 192.168.3.102 --- 0x3
  Dirección IP      Dirección física      Tipo
  192.168.3.1       00-1c-10-69-e6-86    dinámico
  192.168.3.103     00-1f-e2-c9-40-df    dinámico

C:\>
```



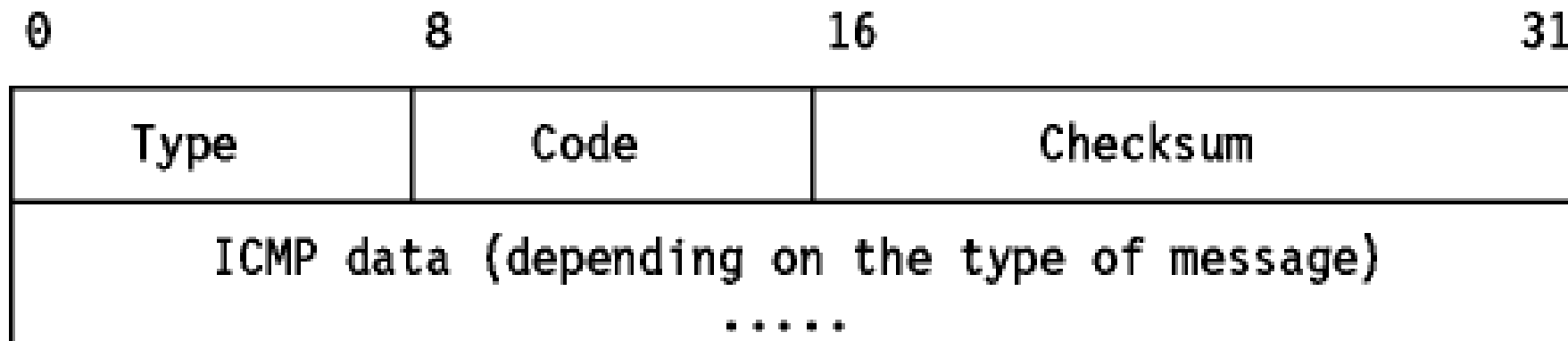
# ICMP

INTERNET CONTROL  
MESSAGE PROTOCOL



# ICMP

- Se utiliza para comunicar a la fuente original, los errores encontrados mientras se encaminan los paquetes



# ICMP

- ▶ Algunos ejemplos del uso de ICMP es en el PING y Traceroute o Tracert

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	192.168.100.7	216.58.195.228	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=31/7936,
2	0.011624	216.58.195.228	192.168.100.7	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=31/7936,

Frame 1: 74 bytes on wire (592 bits), 74 bytes captured (592 bits)
Ethernet II, Src: e8:2a:ea:80:56:29 (e8:2a:ea:80:56:29), Dst: 50:1d:93:ba:d6:08 (50:1d:93:ba:d6:08)
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.100.7 (192.168.100.7), Dst: 216.58.195.228 (216.58.195.228)
Internet Control Message Protocol
Type: 8 (Echo (ping) request)
Code: 0
Checksum: 0x4d3c [correct]
Identifier (BE): 1 (0x0001)
Identifier (LE): 256 (0x0100)
Sequence number (BE): 31 (0x001f)
Sequence number (LE): 7936 (0x1f00)
<a href="#">[Response In: 2]</a>
Data (32 bytes)

# ICMP

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	192.168.100.7	216.58.195.228	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=
2	0.011624	216.58.195.228	192.168.100.7	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=

Frame 2: 74 bytes on wire (592 bits), 74 bytes captured (592 bits)

Ethernet II, Src: 50:1d:93:ba:d6:08 (50:1d:93:ba:d6:08), Dst: e8:2a:ea:80:56:29 (e8:2a:ea:80:56:29)

Internet Protocol Version 4, src: 216.58.195.228 (216.58.195.228), dst: 192.168.100.7 (192.168.100.7)

Internet Control Message Protocol

Type: 0 (Echo (ping) reply)

Code: 0

Checksum: 0x553c [correct]

Identifier (BE): 1 (0x0001)

Identifier (LE): 256 (0x0100)

Sequence number (BE): 31 (0x001f)

Sequence number (LE): 7936 (0x1f00)

[\[Response To: 1\]](#)

[Response Time: 11.624 ms]

Data (32 bytes)

# Ejercicios

# Red LAN

