

## Redes y Servicios de Telecomunicaciones

### ***Tema 4.1. Encaminamiento en redes de datos – “Internetworking” básico (IP)***



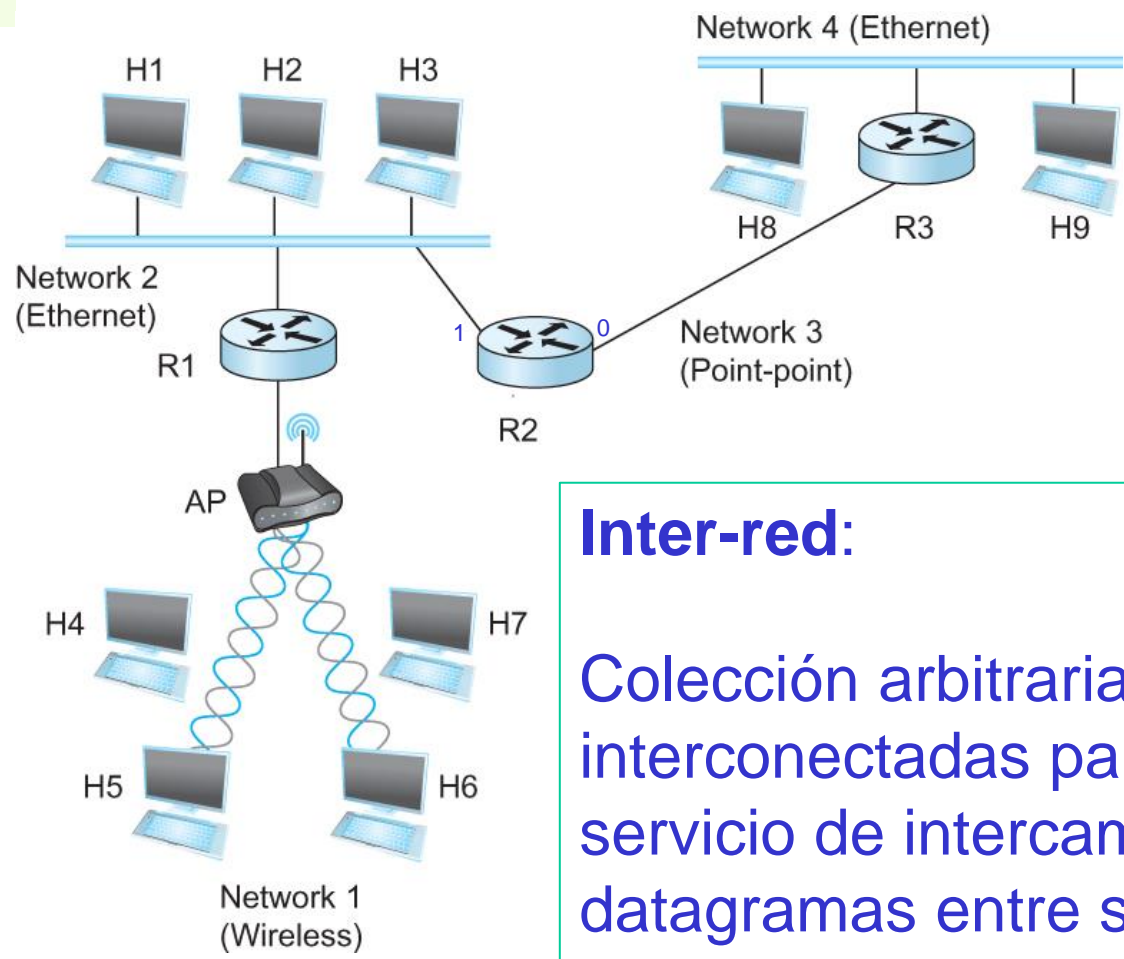
***Peterson - Davie:  
3.2, 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4,  
3.2.6, 3.2.7, 3.2.8.***

**[Portal Moodle](#)**

# Contenido

- Qué es la interconexión de redes: *Internetworking Protocol*.
- Modelo de Servicio. Envío de datagramas, formato de PDU, Fragmentación y re-ensamblado.
- Direccionamiento global y “forwarding” de datagramas.
- Traducción de direcciones (ARP)
- Configuración automática de Sistemas Finales (DHCP)
- Señalización de errores (ICMP).

# Qué es la interconexión de redes: *Internetworking Protocol*



## Inter-red:

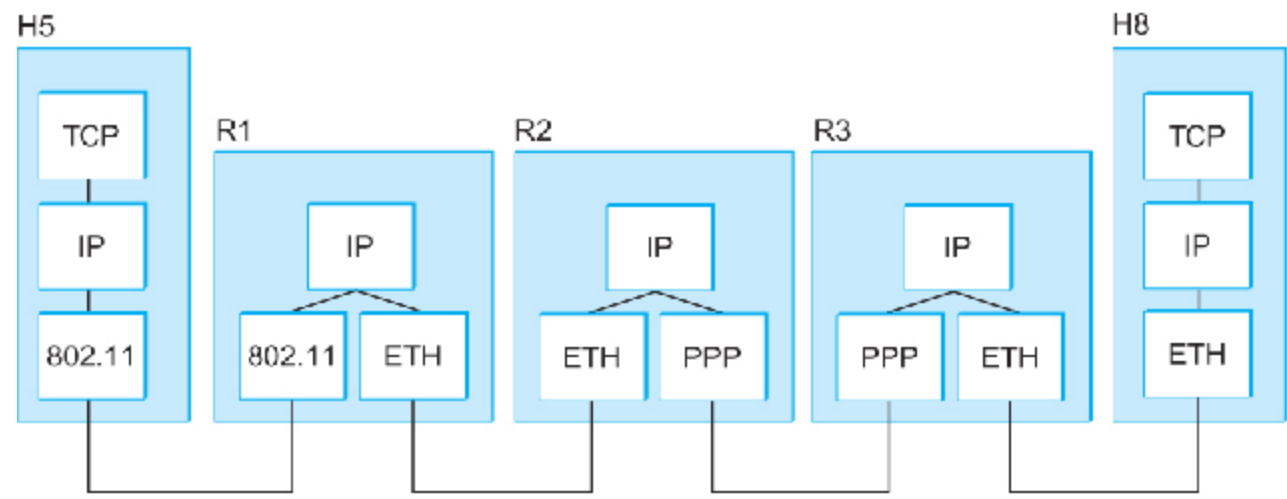
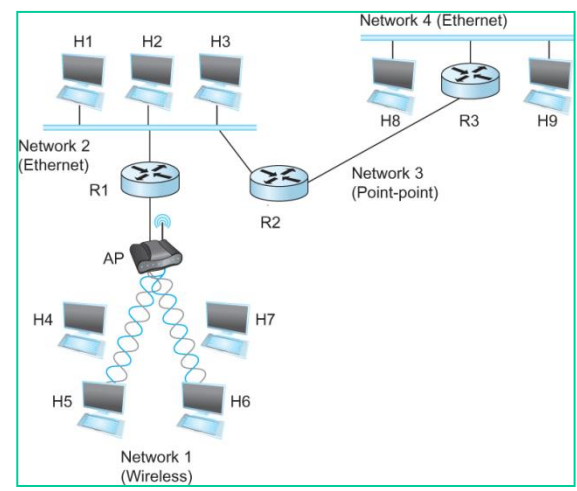
Colección arbitraria de redes interconectadas para entregar un servicio de intercambio de datagramas entre sistemas finales

Ejemplo de una inter-red. H - Sistemas finales, R - Routers

# Qué es la interconexión de redes: *Internetworking Protocol*

## IP:

- Protocolo nuclear para construir redes heterogéneas escalables.
- Se ejecuta en sistemas finales y Routers



Ejemplo de arquitectura de una inter-red (Torres de protocolos).

## Modelo de servicio IP:

- Modelo de envío de datos sin conexión  
“CL (connection less)”
- Modelo de envío de datos “Best effort”
  - Las PDUs se pueden perder
  - Las PDUs se pueden desordenar
  - Los paquetes se pueden recibir duplicados
  - Los paquetes se pueden retardar de forma significativa.
- Mecanismo de direccionamiento (identificación) universal

# Modelo de Servicio: Formato de PDU.

**Version:** 4 en IPv4

**Hlen:** Número de palabras de 32-bit en las cabeceras.

**TOS:** Tipo de servicios (QoS).

**Length:** Número de bytes en el datagrama.

**Ident:** info para fragmentación

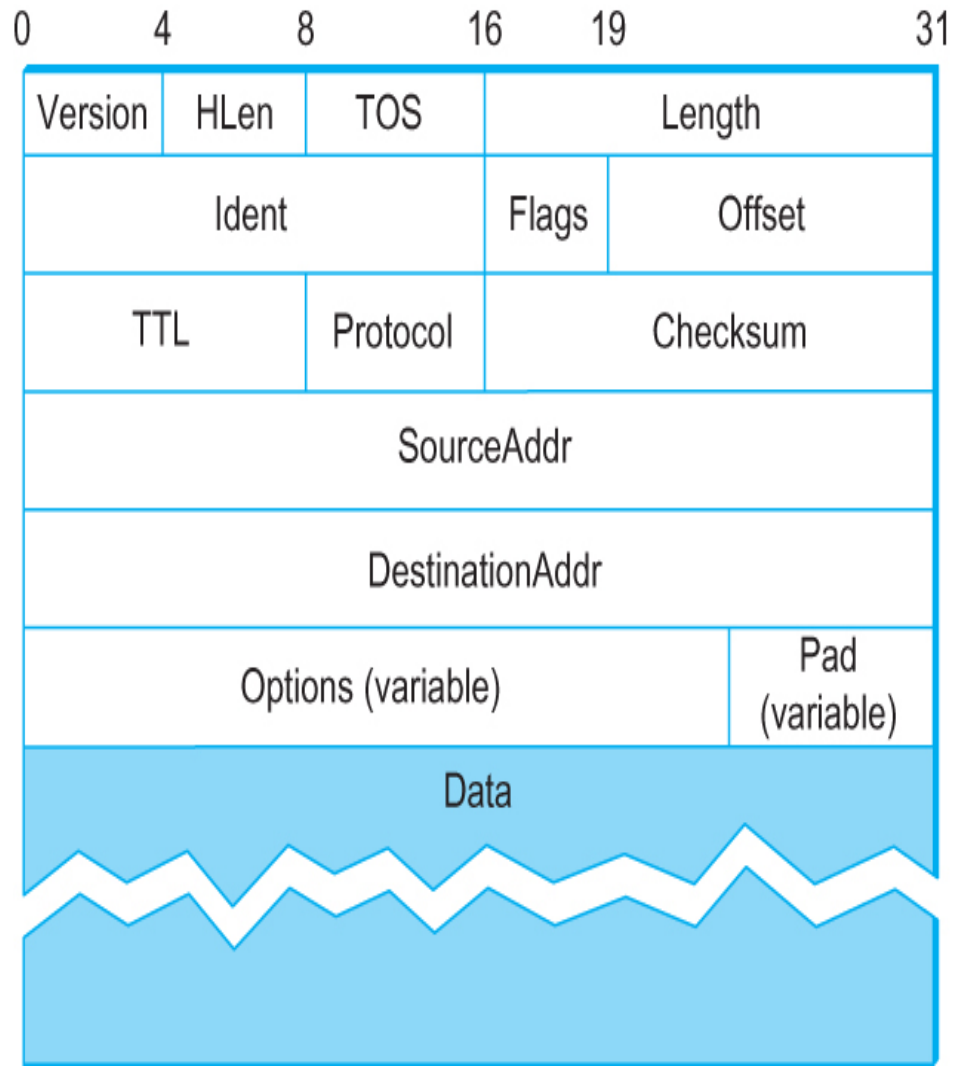
**Flags/Offset:** info para fragmentación.

**TTL:** Contador de saltos.

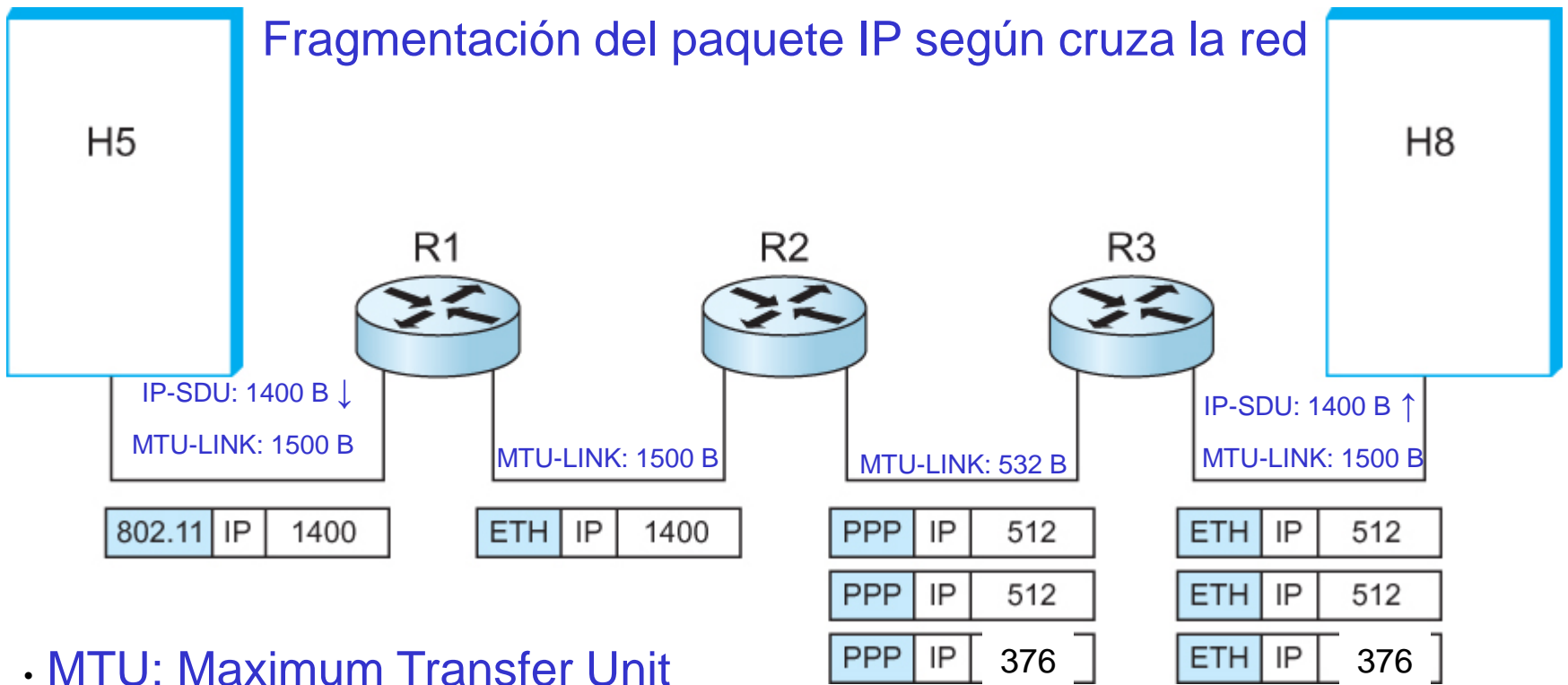
**Protocol:** Clave de demux (TCP=6, UDP=17).

**Checksum:** Protección de la cabecera.

**DestAddr & SrcAddr:** Direcciones destino y fuente.

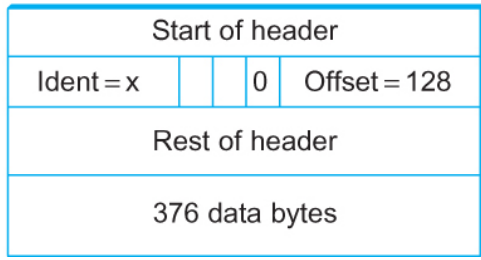
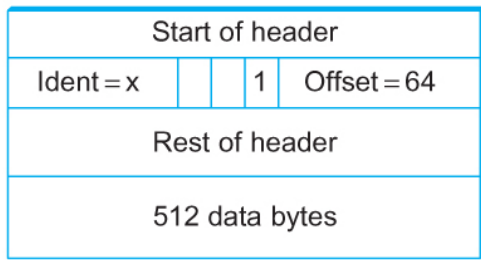
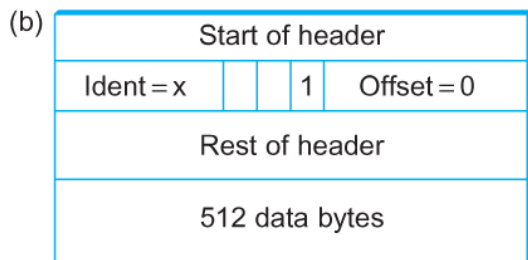
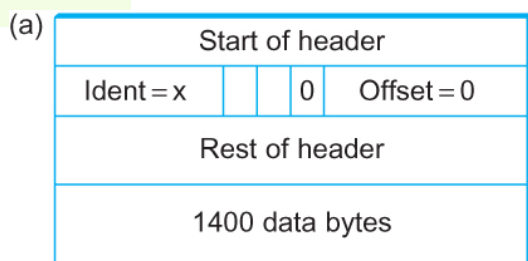


# Modelo de Servicio: Fragmentación y re-ensamblado.



- MTU: Maximum Transfer Unit
- Para todo nivel "n":  $MTU_n == SDU_{máx}_n$
- Se fragmenta cuando la longitud de  $PDU_n > MTU_{n-1}$
- La fragmentación se recupera en el sistema final destino.
- Si se pierde un fragmento se pierde la PDU completa.

# Modelo de Servicio: Fragmentación y re-ensamblado (2).



(ident) Se mantiene en todos los fragmentos.  
 (flag) "0" = No fragmento/fin fragmento.  
 "1" = Fragmento del paquete.  
 (Offset) Primer "8 x byte" en el fragmento

## Cabeceras de un paquete IP fragmentado

- (a) Paquete sin fragmentar.
- (b) Fragmentos del paquete.



## Direccionamiento global

- **Direcciones universales**
- **Jerarquía:** n° subred + n° SF
- **Sintaxis “dot”** (dígitos decimales)
  - (a) ej. 10.3.2.4
  - (b) ej. 128.96.33.1
  - (c) ej. 192.12.69.77

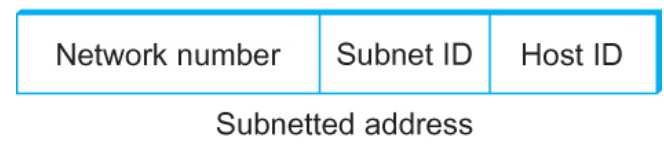
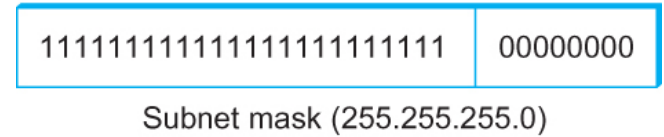
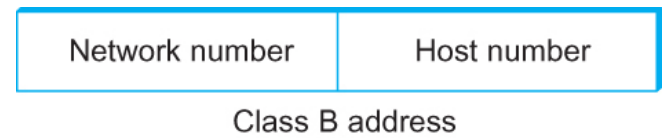
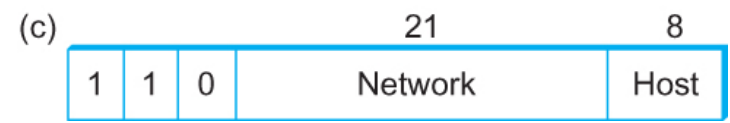
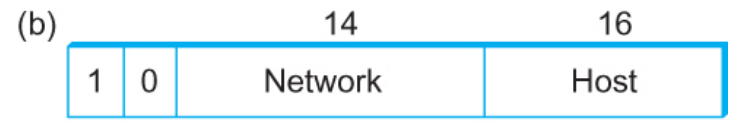
### Formatos de direcciones IP:

- (a) Tipo “A” => **128** redes de **16 777 216** SFs cada una.
- (b) Tipo “B” => **16 384** redes de **65 535** SFs cada una.
- (c) Tipo “C” => **2 097 152** redes de **256** SFs cada una.

### Classless subnetting

**Mask** = número de bits de identificación de red  
=>  $2^{\text{mask}}$  redes de  $2^{32-\text{mask}}$  SFs cada una.

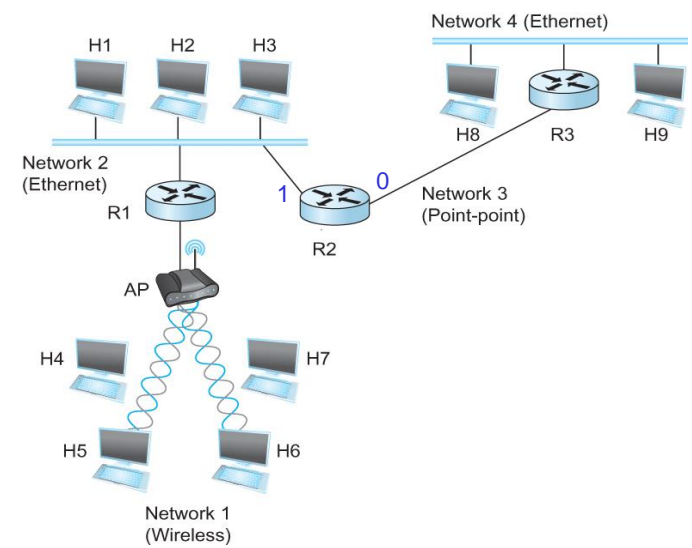
**Identificación de red** =  
Network number + Subnet ID



# “Forwarding” de datagramas IP

## Tabla de “forwarding” de R2

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



## Procedimiento

Cada datagrama tiene la dirección IP única del SF destino.

En la tabla de “forwarding” de cada Router,

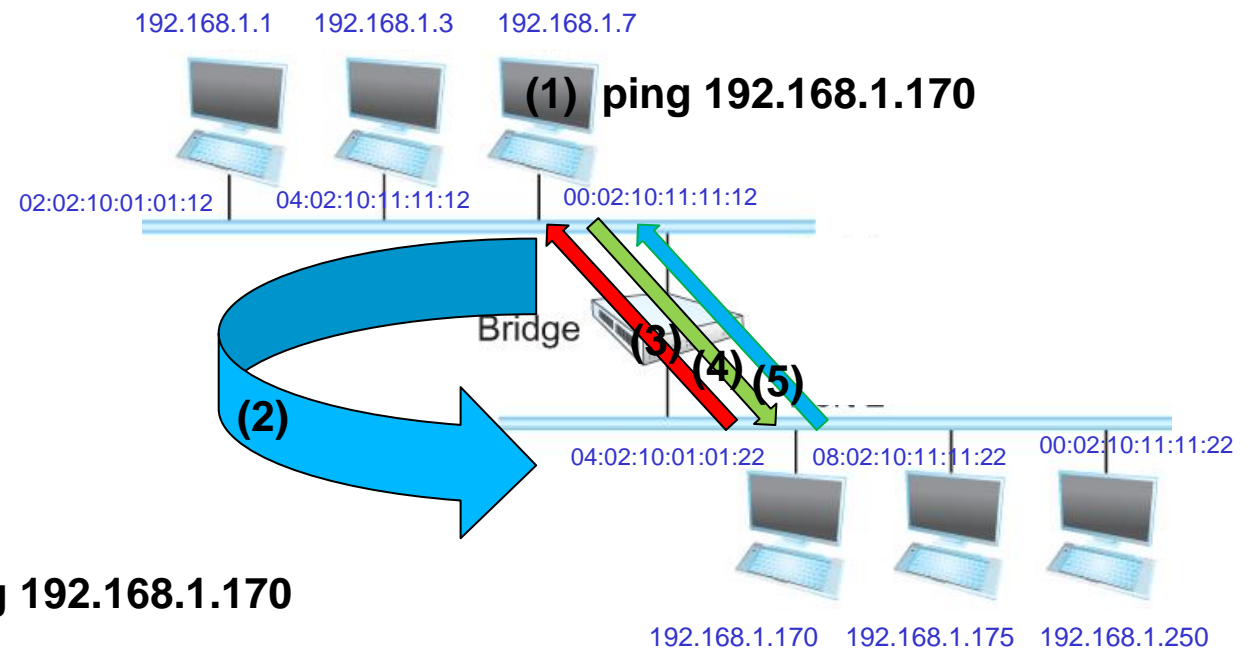
Si SF destino en subred del router => se identifica el I/F del router correspondiente

En caso contrario => se identifica el router correspondiente al “Next Hop”

El “Encaminamiento” rellena las tablas de “forwarding”.

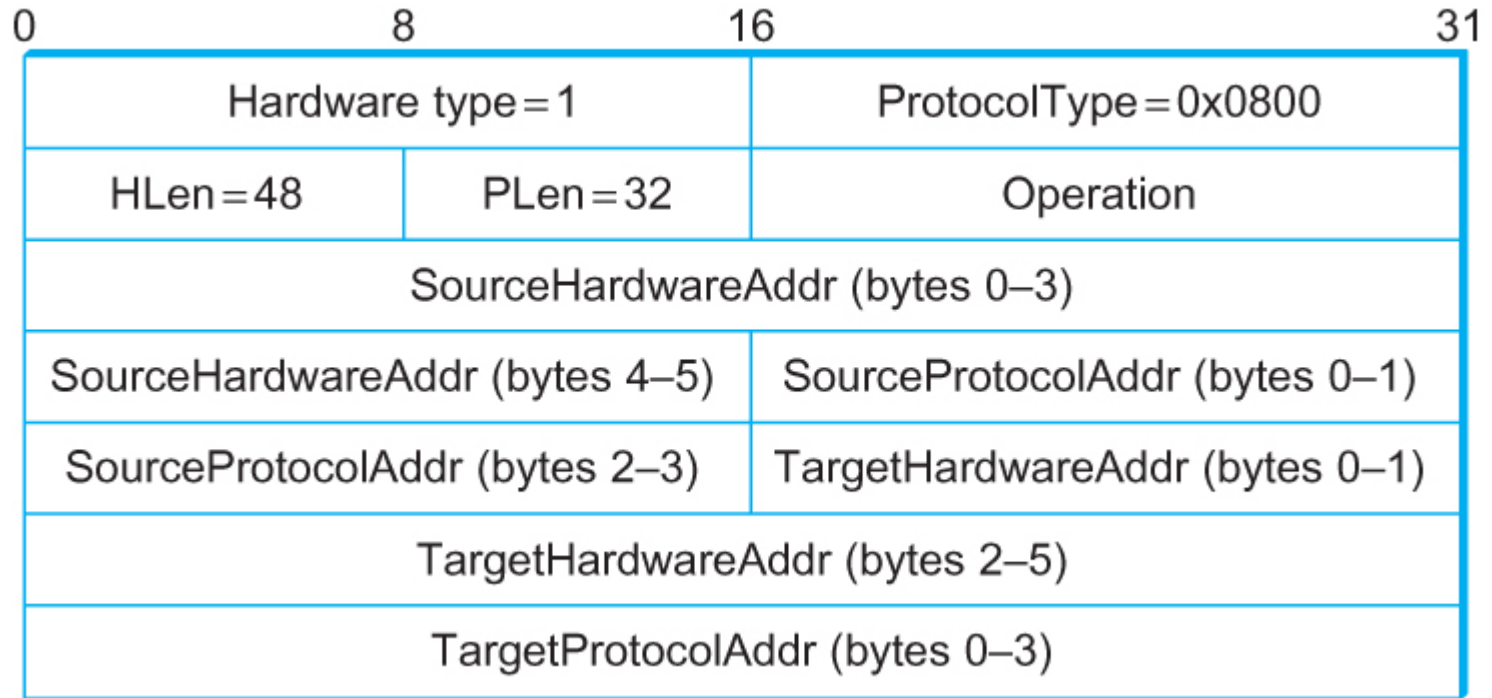
Cada SF tiene un “Default router”.

# Traducción de direcciones (ARP)



- (1) en 192.168.1.7
  - **Comando: ping 192.168.1.170**
- (2) en 192.168.1.7
  - **Difusión MAC: ARP ¿ quién es 192.168.1.170 ?**
- (3) en 192.168.1.170
  - **Unicast MAC: Respuesta ARP ; soy 04:02:10:01:22 ! + MAC origen a cache ARP**
- (4) en 192.168.1.7
  - **MAC origen a cache ARP + PDU IP-PING a 192.168.1.7 usando MAC en cache ARP**
- (5) en 192.168.1.170
  - **PDU IP-PING-RESPUESTA a 192.168.1.7 usando MAC en cache ARP**

# Traducción de direcciones (ARP): PDUs



**HardwareType:** Tipo de la red física (e.j., Ethernet = 1)

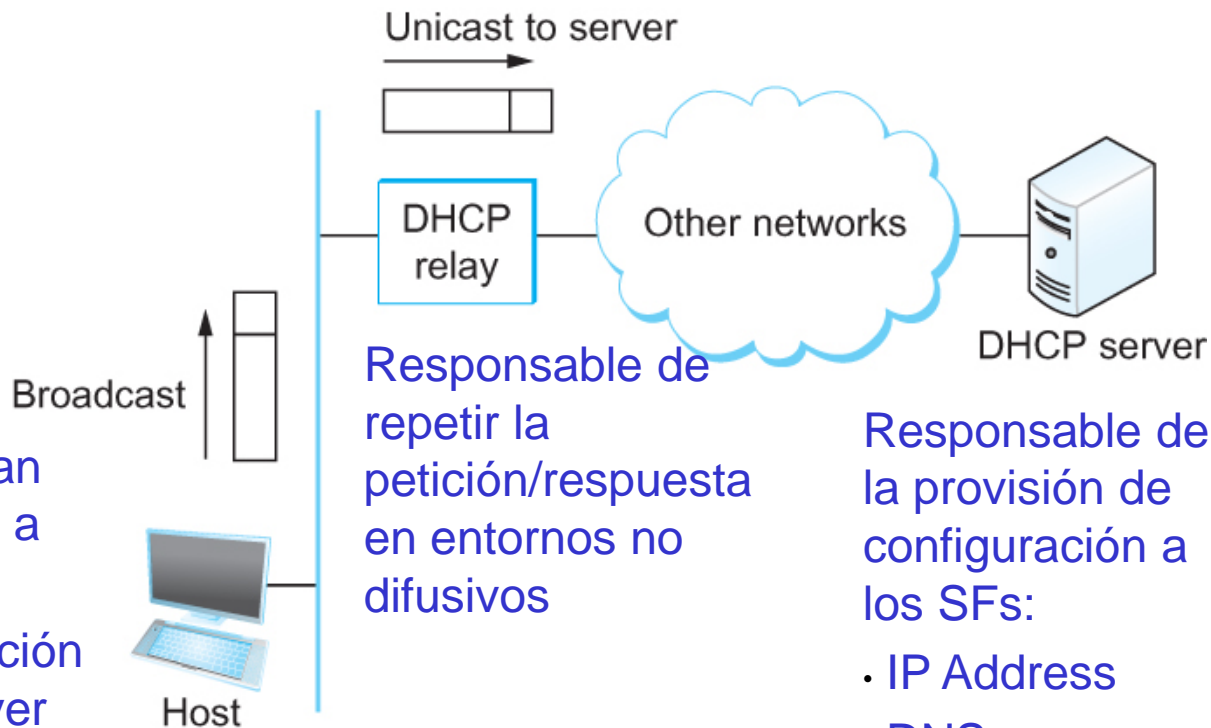
**ProtocolType:** Tipo del protocolo del nivel superior (e.j., IP=0x0800)

**HLEN & PLEN:** Longitud de las direcciones de ambos protocolos

**Operation:** Petición o respuesta

**Source/Target Physical/Protocol addresses** a usar

# Configuración automática de Sistemas Finales (DHCP)



- Los SFs cuando arrancan envían DHCPDISCOVER a 255.255.255.255.
- El relé DHCP copia petición y respuesta si DHCP server fuera del dominio de difusión (Opcional)
- Los SFs se auto-configuran con la información recibida en la respuesta

- Responsable de la provisión de configuración a los SFs:
  - IP Address
  - DNS servers
  - OSs
  - ...

# Señalización de errores (ICMP)

- ICMP (Internet Control Message Protocol)
  - Define un conjunto de PDUs de señalización del nivel de Inter-red para manejar las actividades de OAM (Operations, Administration and Management) de la red.
- Los principales son (Type + Code):
  - Destination Host unreachable
  - Reassembly process failed
  - TTL reached 0
  - IP header checksum failed
  - Redirect
  - Source Quench
  - Echo request/response (ping).....

ICMP packet	Bit 0 - 7	Bit 8 - 15	Bit 16 - 23	Bit 24 - 31
<b>IP Header</b> (160 bits OR 20 Bytes)	Version/IHL	Type of service	Length	
	Identification		flags and offset	
	Time To Live (TTL)	Protocol	Checksum	
	Source IP address			
	Destination IP address			
<b>ICMP Payload</b> (64+ bits OR 8+ Bytes)	Type of message	Code	Checksum	
	Quench			
	Data (optional)			

(Ver: [http://en.wikipedia.org/wiki/Internet\\_Control\\_Message\\_Protocol](http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_Control_Message_Protocol))

# Resumen

## Se ha visto:

- El concepto de Inter-red y el protocolo IP.
- El modelo del servicio y las funciones principales para desarrollarlo.
- El direccionamiento global de los sistemas finales.
- ARP: servicio de traducción de direcciones Eth <-> IP
- DHCP: configuración automática de sistemas finales.
- ICMP: señalización de errores.