

TEMA 4

REDES CONMUTADAS E

INTERNET

Fundamentos de Redes
2014/2015



ugr
Universidad
de Granada

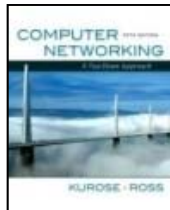
➤ Bibliografía Básica:



Capítulos 6 Y 9, Pedro García Teodoro, Jesús Díaz Verdejo y Juan Manuel López Soler. ***TRANSMISIÓN DE DATOS Y REDES DE COMPUTADORES***, Ed. Pearson, 2ª Ed. Pearson, 2014, ISBN: 978-0-273-76896-8.

Apuntes de direccionamiento IP en web de la asignatura.

➤ Para saber más...



Capítulo 4 James F. Kurose y Keith W. Ross. ***COMPUTER NETWORKING. A TOP-DOWN APPROACH***, 5ª Edición, Addison-Wesley, 2010, ISBN: 9780136079675.

Tema 4. REDES CONMUTADAS E INTERNET

1. Funcionalidades

2. Conmutación
3. El protocolo IP
4. Asociación con Capa de Enlace: El protocolo ARP
5. El protocolo ICMP



FUNCIONALIDADES EN CAPA DE RED

➤ Funciones y servicios en TCP/IP

- Encaminamiento
- Conmutación
- Interconexión de redes
- En OSI: control de congestión

➤ Ejemplos de protocolos de red:

- X.25
- IP

Tema 4. REDES CONMUTADAS E INTERNET

1. Funcionalidades
- 2. Conmutación**
3. El protocolo IP
4. Asociación con Capa de Enlace: El protocolo ARP
5. El protocolo ICMP



Universidad
de Granada

CONMUTACIÓN

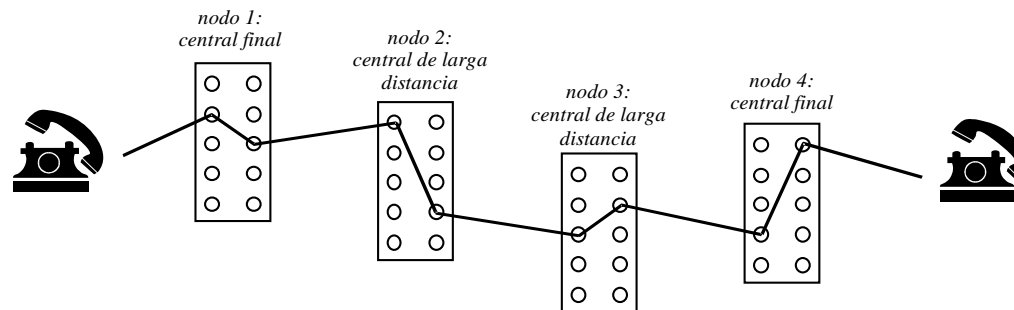
- Conmutación = redirección
- Esquemas de conmutación
 - Circuitos
 - Paquetes
 - Datagramas
 - circuitos virtuales

CONMUTACIÓN

➤ Conmutación de circuitos

➤ Ej. Teléfono

➤ Establecimiento de conexión previo a la transmisión

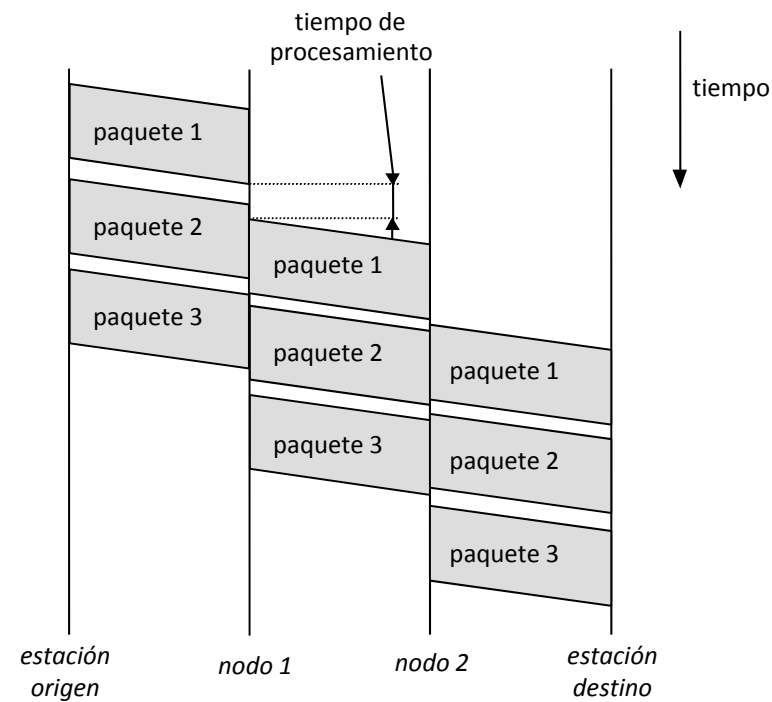


➤ Pasos: (i) Conexión, (ii) Transmisión, (iii) Desconexión

➤ Recursos dedicados

CONMUTACIÓN

- Conmutación de paquetes:
 - Envío en bloques
 - Conmutación mediante datagramas:
 - ej. IP
 - No hay conexión
 - Envío independiente





CONMUTACIÓN

- Conmutación de paquetes:
 - Conmutación de paquetes con circuitos virtuales:
 - ej. ATM (troncales)
 - Pasos: (i) Conexión, (ii) Transmisión, (iii) Desconexión
 - Recursos no dedicados

4. Estime el tiempo involucrado en la transmisión de un mensaje de datos para la técnica de conmutación de paquetes mediante datagramas (CDP) considerando los siguientes parámetros:

M: longitud en bits del mensaje a enviar.

V: velocidad de transmisión de las líneas en bps.

P: longitud en bits de los paquetes.

H: bits de cabecera de los paquetes.

N: número de nodos intermedios entre las estaciones finales.

D: tiempo de procesamiento en segundos en cada nodo.

R: retardo de propagación, en segundos, asociado a cada enlace.

Tema 4. REDES CONMUTADAS E INTERNET

1. Funcionalidades
2. Conmutación
- 3. El protocolo IP**
4. Asociación con Capa de Enlace: El protocolo ARP
5. El protocolo ICMP



EL PROTOCOLO IP

- IP v4 está especificado en el RFC 791:
 - **Interconexión** de redes y **direccionamiento** en Internet.
 - **retransmisión salto a salto** entre hosts y routers
 - **no orientado a conexión y no fiable: máximo esfuerzo** (“best-effort”)
 - No hay negociación o “handshake”
 - No existe control de errores ni control de flujo.
 - La unidad de datos (paquete) de IP se denomina **datagrama**.
 - IP gestiona la “**fragmentación**”.



Universidad
de Granada

EL PROTOCOLO IP

➤ Direcciones IP:



Servidor Webmail
130.206.192.39



www.youtube.com
172.194.34.206



www.google.com
172.194.34.209



Servidor Spotify
78.31.8.101



dns3.ugr.es = 150.214.191.10
pop.ugr.es = 150.214.20.3



EL PROTOCOLO IP

➤ Dos partes: subred y dispositivo

a) Dirección IP ➔ 200.27.4.112 = 11001000.00011011.00000100.01110000

Máscara ➔ 255.255.255.0 = 11111111.11111111.11111111.00000000

b) 200.27.4.112/24

➤ Para obtener la dirección de la subred:

200.27.4.112 = 11001000.00011011.00000100.01110000

&

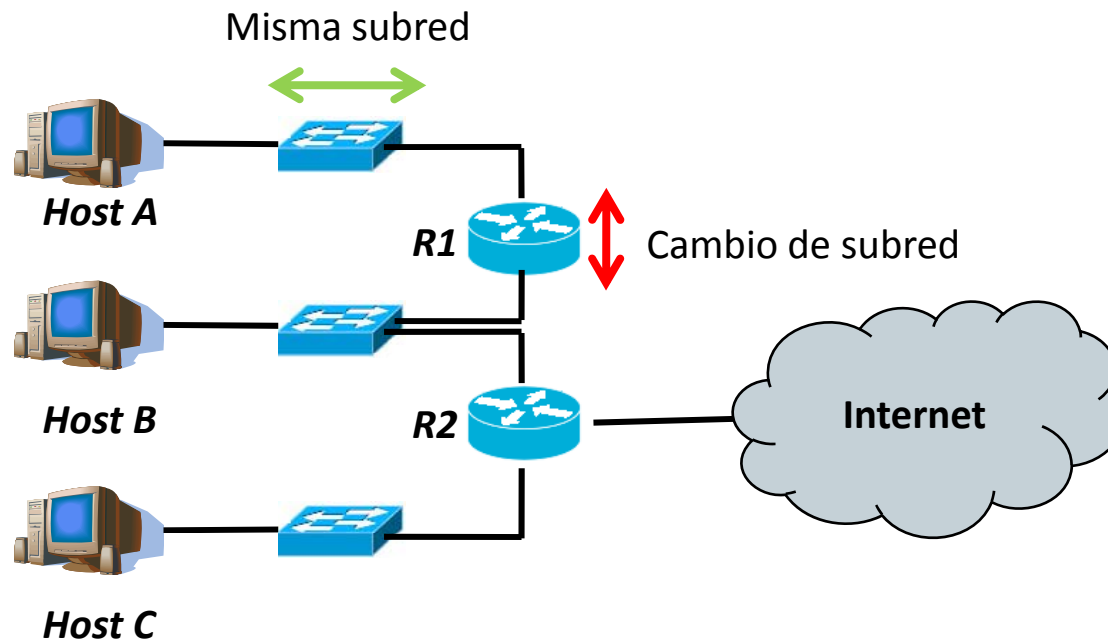
&

255.255.255.0 = 11111111.11111111.11111111.00000000

Subred ➔ 200.27.4.0 = 11001000.00011011.00000100.00000000

EL PROTOCOLO IP

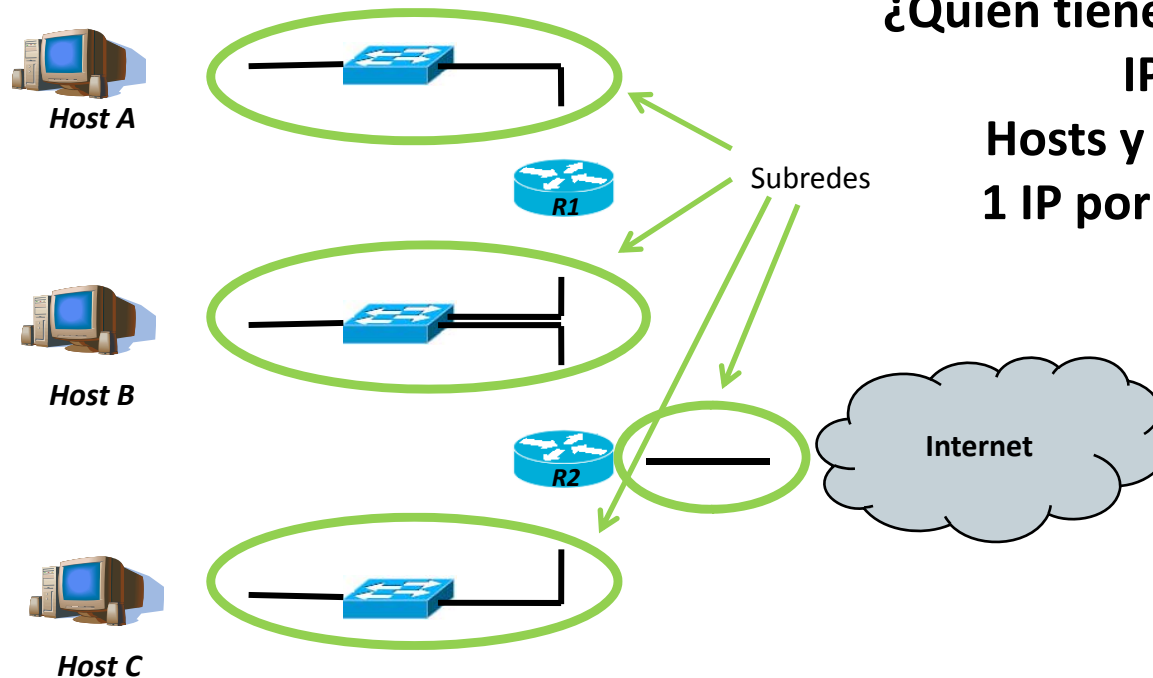
➤ ¿Qué es una subred?



Computer Networking. A Top-down Approach. de James F. Kurose y Keith W. Ross:
“Para determinar las subredes, separe cada interfaz de los hosts y routers, creando redes aisladas. Dichas redes aisladas se corresponden con las subredes.”

EL PROTOCOLO IP

➤ ¿Qué es una subred?



Computer Networking. A Top-down Approach. de James F. Kurose y Keith W. Ross:
“Para determinar las subredes, separe cada interfaz de los hosts y routers, creando redes aisladas. Dichas redes aisladas se corresponden con las subredes.”



EL PROTOCOLO IP

- ¿Cómo se elige la máscara? ➔ Según el número de dispositivos

Dirección IP ➔ 200.27.4.112 = 11001000.00011011.00000100.01110000

Máscara ➔ 255.255.255.0 = 11111111.11111111.11111111.00000000

dispositivos = $2^{\# \text{ceros}} - 2$

➔ ej. 8 ceros (/24) permite 254 dispositivos

➔ El -2 viene de que la primera y última son reservadas.



EL PROTOCOLO IP

➤ 200.27.4.0 = 11001000.00011011.00000100.00000000

➔ Reservada (subred)

➤ 200.27.4.1 = 11001000.00011011.00000100.00000001

➔ Dispositivo #1

➤ ...

➤ 200.27.4.254 = 11001000.00011011.00000100.11111110

➔ Dispositivo #254

➤ 200.27.4.255 = 11001000.00011011.00000100.11111111

➔ Reservada (difusión)

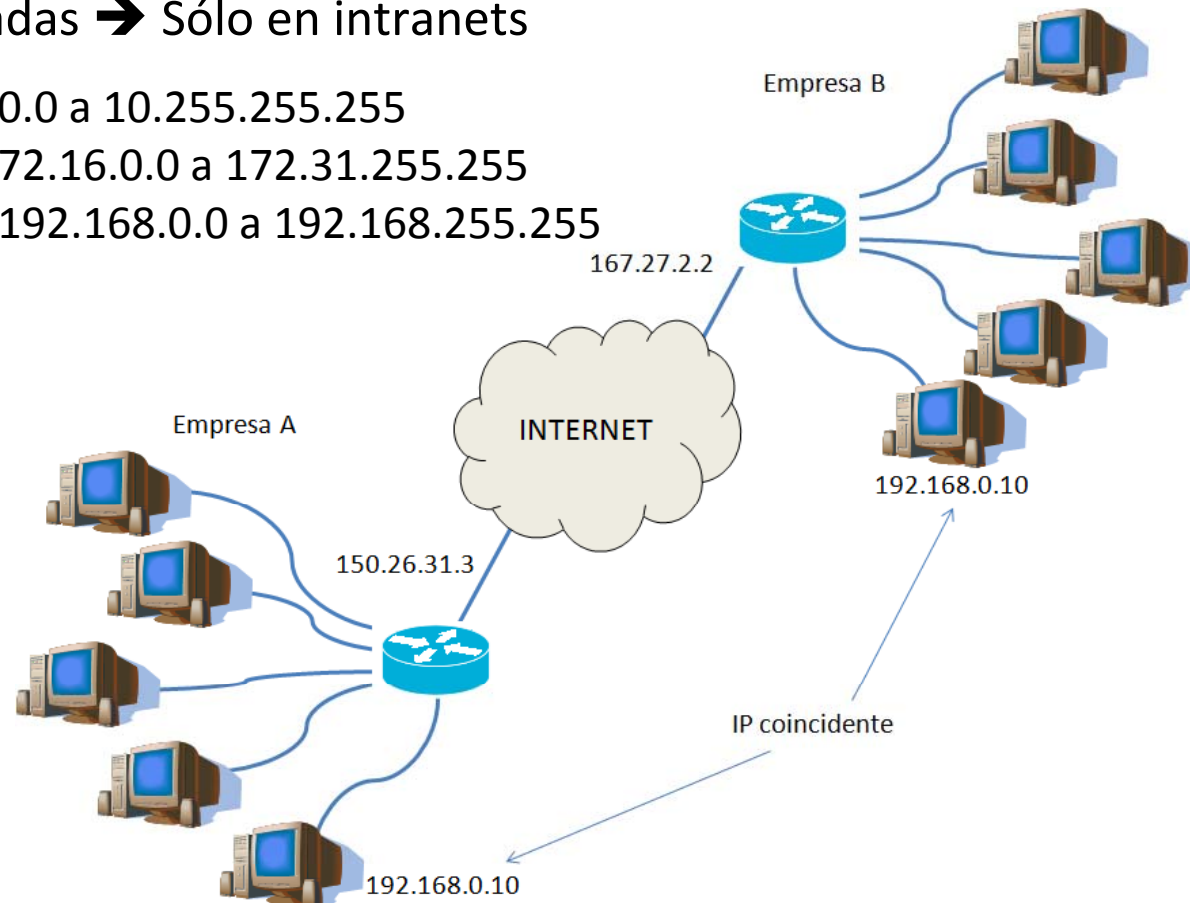
EL PROTOCOLO IP

- Direcciones públicas ➔ Sólo 1 dispositivo en Internet
- Direcciones privadas ➔ Sólo en intranets

10.0.0.0/8 ➔ de 10.0.0.0 a 10.255.255.255

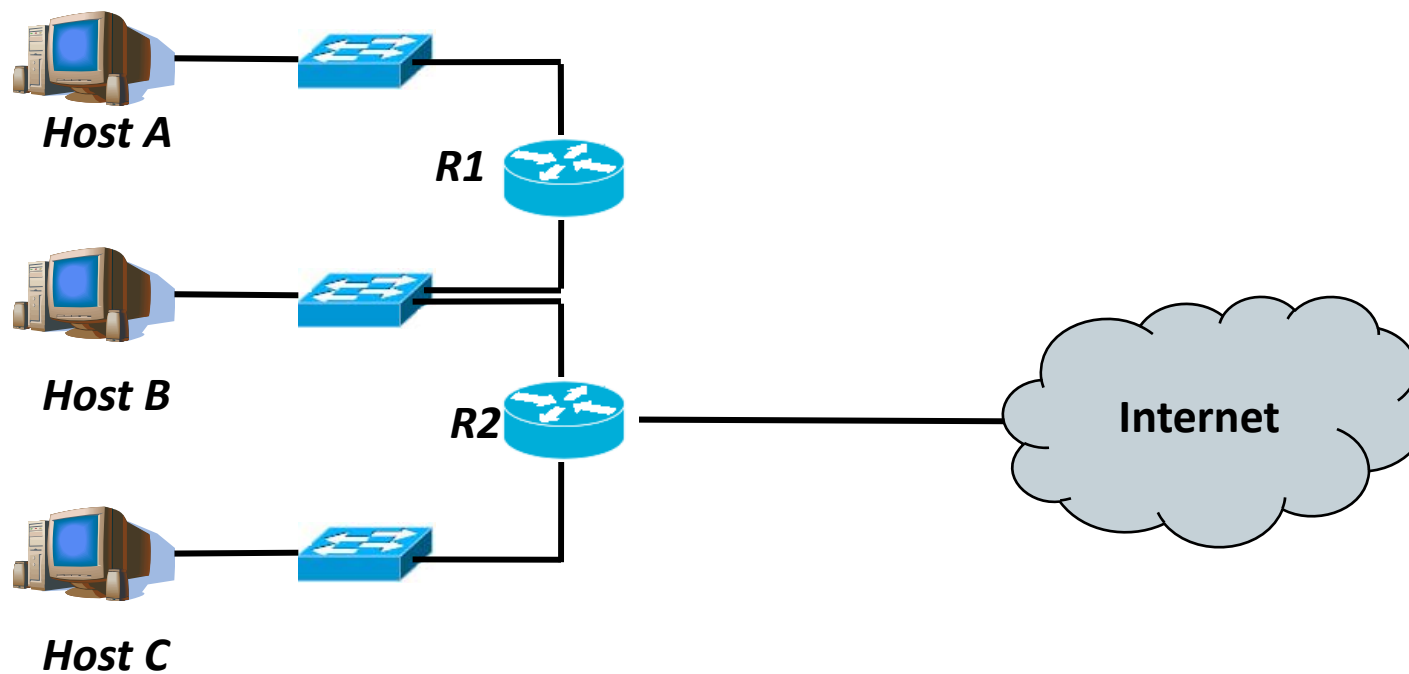
172.16.0.0/16 ➔ de 172.16.0.0 a 172.31.255.255

192.168.0.0/16 ➔ de 192.168.0.0 a 192.168.255.255



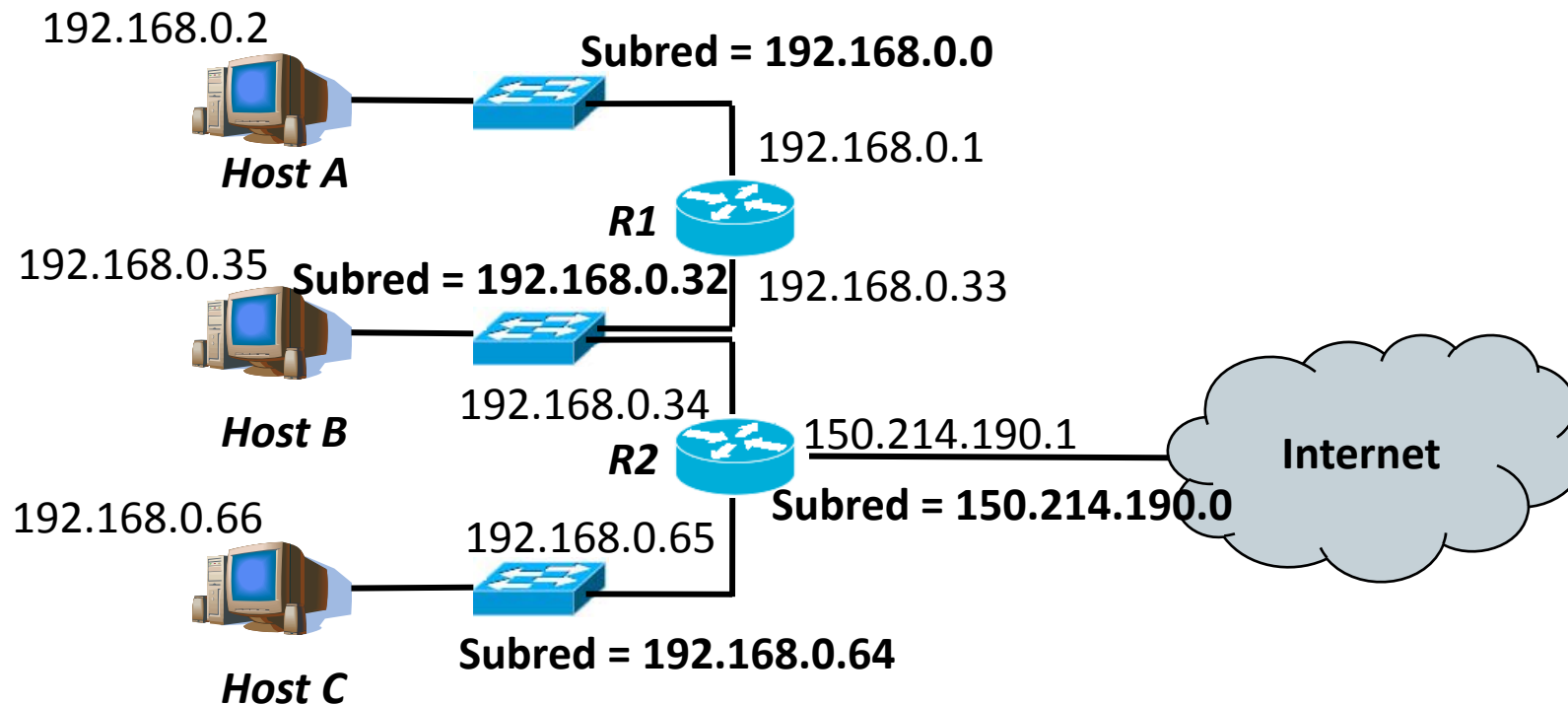
EL PROTOCOLO IP

- Ejercicio: Asignar direcciones
- Subredes corporativas: 30 dispositivos, IPs privadas 192.168.0.0
- Subred de acceso: dirección pública (ISP)



EL PROTOCOLO IP

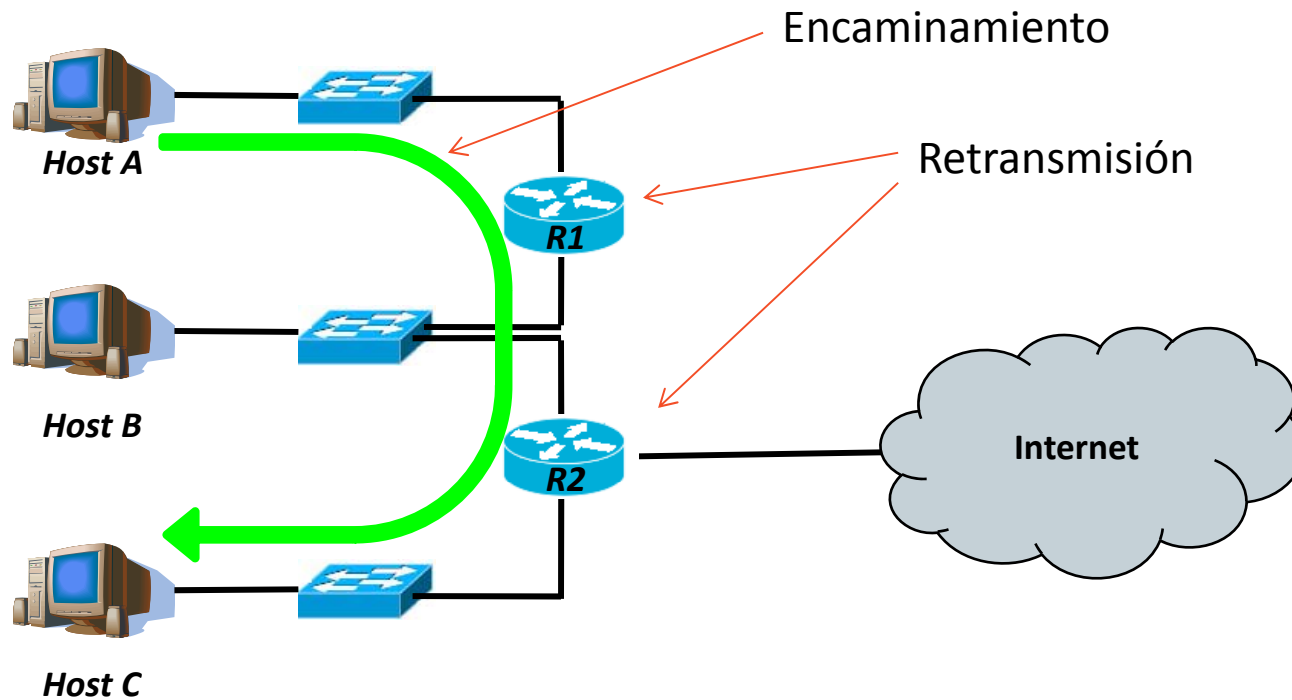
- Ejercicio: Asignar direcciones
- Subredes corporativas: 30 dispositivos, IPs privadas 192.168.0.0 → 5 ceros, /27
- Subred de acceso: dirección pública (ISP) → 2 ceros, /30, 150.214.190.0 (UGR)



EL PROTOCOLO IP

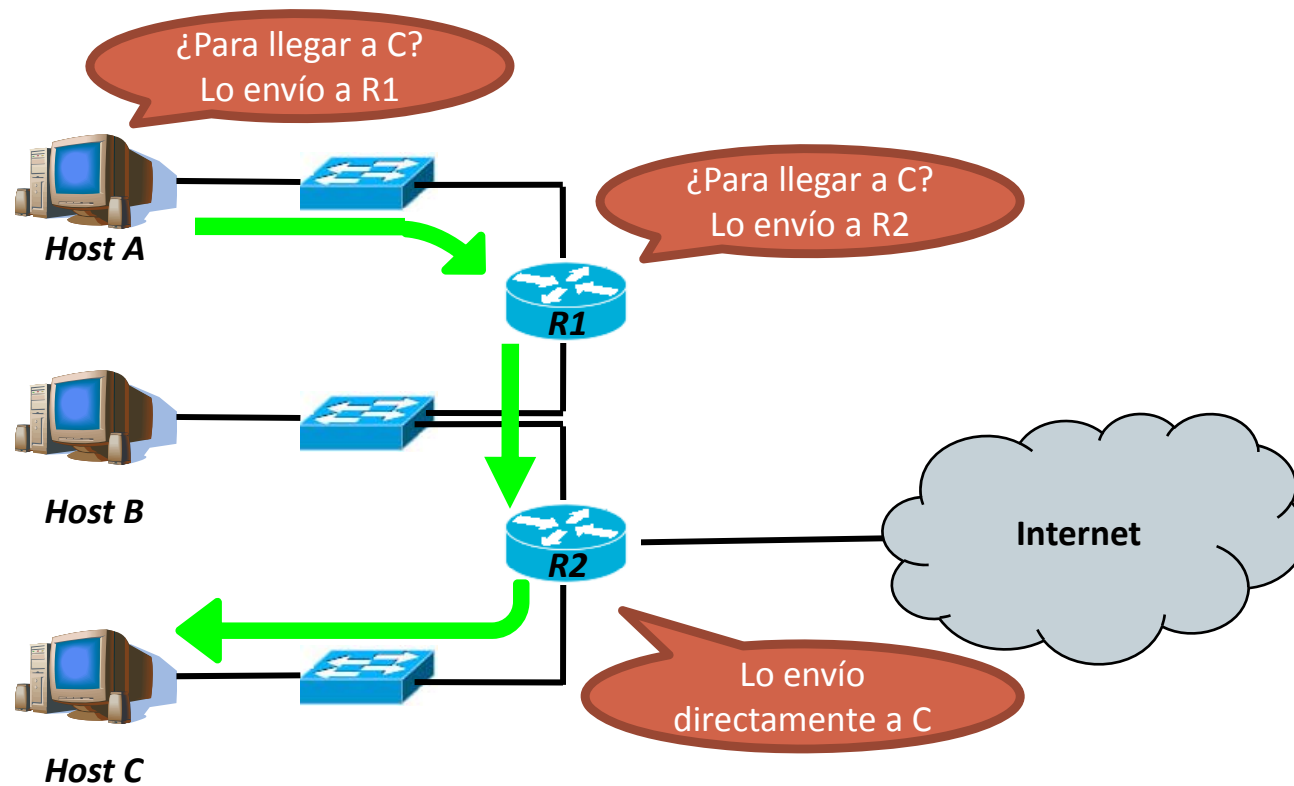
➤ El encaminamiento

- Llevar la información (paquetes) de un origen a un destino en una red conmutada
- Encaminamiento per sé (routing): decisión de las rutas
- Retransmisión (forwarding): operación básica en el dispositivo



EL PROTOCOLO IP

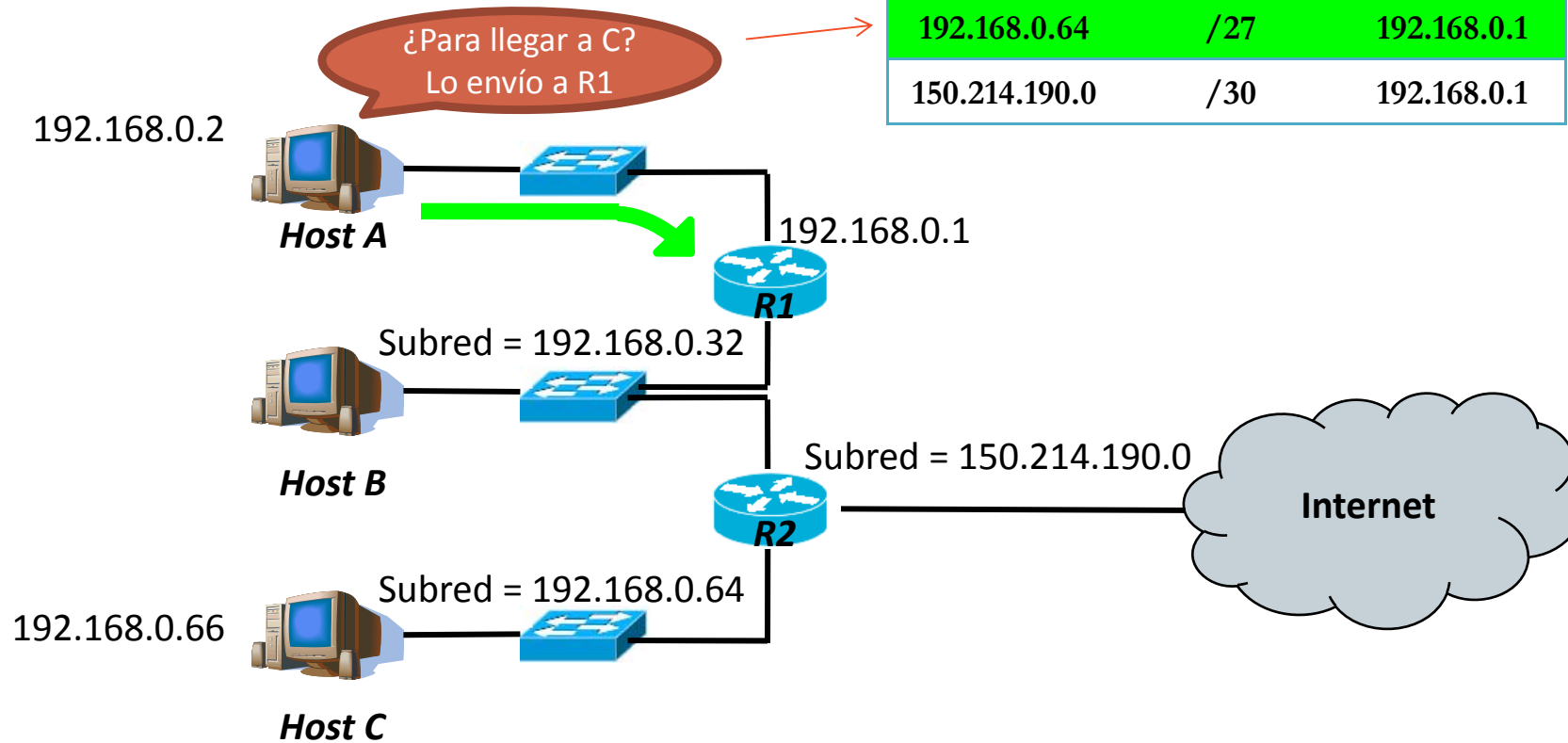
- Retransmisión salto-a-salto:
 - Resolución local del camino
 - En el dispositivo origen y todos los intermedios



EL PROTOCOLO IP

➤ Tabla de encaminamiento:

Dirección IP destino	Máscara	Siguiente nodo
192.168.0.0	/27	-
192.168.0.32	/27	192.168.0.1
192.168.0.64	/27	192.168.0.1
150.214.190.0	/30	192.168.0.1



EL PROTOCOLO IP

➤ Tabla de encaminamiento:

➤ Dirección de destino (DD):

➤ 192.168.0.66

➤ Para cada entrada

➤ DD & Máscara = A

➤ ¿A = Dirección de destino?

Elegir el Siguiente Nodo

Dirección IP destino	Máscara	Siguiente nodo
192.168.0.0	/27	-
192.168.0.32	/27	192.168.0.1
192.168.0.64	/27	192.168.0.1
150.214.190.0	/30	192.168.0.1

EL PROTOCOLO IP

➤ Tabla de encaminamiento:

➤ Dirección de destino (DD):

➤ 192.168.0.66

➤ Primera entrada

➤ $192.168.0.66 \& /27 = 11000000.10101000.00000000.01000010 \& /27 = 192.168.0.64$

➤ ¿192.168.0.64 = 192.168.0.0? NO

➤ Segunda entrada

➤ $192.168.0.66 \& /27 = 11000000.10101000.00000000.01000010 \& /27 = 192.168.0.64$

➤ ¿192.168.0.64 = 192.168.0.32? NO

Dirección IP destino	Máscara	Siguiente nodo
192.168.0.0	/27	-
192.168.0.32	/27	192.168.0.1
192.168.0.64	/27	192.168.0.1
150.214.190.0	/30	192.168.0.1

EL PROTOCOLO IP

➤ Tabla de encaminamiento:

➤ Dirección de destino (DD):

➤ 192.168.0.66

➤ Tercera entrada

➤ $192.168.0.66 \text{ \& } /27 = 11000000.10101000.00000000.01000010 \text{ \& } /27 = 192.168.0.64$

➤ ¿192.168.0.64 = 192.168.0.64? Sí ➔ Siguiete Nodo = 192.168.0.1

➤ Cuarta entrada

➤ $192.168.0.66 \text{ \& } /30 = 11000000.10101000.00000000.01000010 \text{ \& } /30 = 192.168.0.64$

➤ ¿192.168.0.64 = 150.214.190.0? NO

➤ ¿Colisión? La de máscara más restrictiva (+ 1s)

Dirección IP destino	Máscara	Siguiente nodo
192.168.0.0	/27	-
192.168.0.32	/27	192.168.0.1
192.168.0.64	/27	192.168.0.1
150.214.190.0	/30	192.168.0.1

EL PROTOCOLO IP

➤ Tabla de encaminamiento:

➤ Problemas:

- No direcciona Internet (ej. www.google.com = 172.194.34.209)
- Sólo un camino de salida ➔ ¿necesitamos 4 entradas?

Dirección IP destino	Máscara	Siguiente nodo
192.168.0.0	/27	-
192.168.0.32	/27	192.168.0.1
192.168.0.64	/27	192.168.0.1
150.214.190.0	/30	192.168.0.1

¡¡Usar la entrada por defecto!! ➔ /0

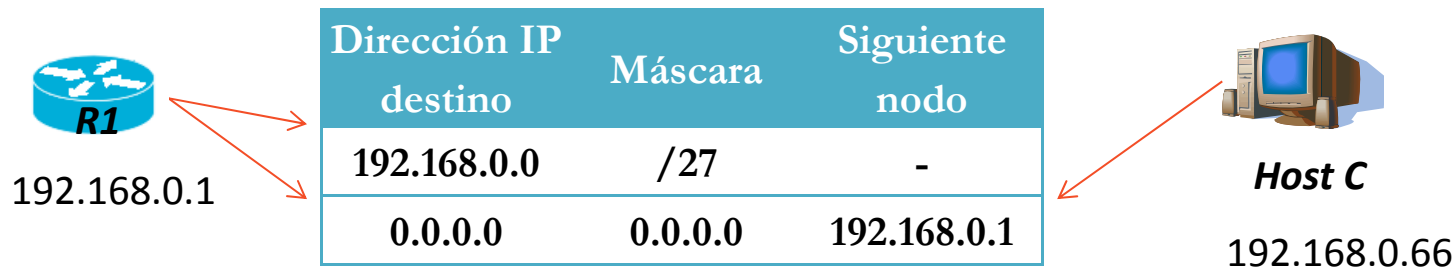
EL PROTOCOLO IP

➤ Tabla de encaminamiento:

➤ Problemas:

➤ No direcciona Internet (ej. www.google.com = 172.194.34.209)

➤ Sólo un camino de salida ➔ ¿necesitamos 4 entradas?



www.google.com
172.194.34.209



Servidor
Spotify
78.31.8.101



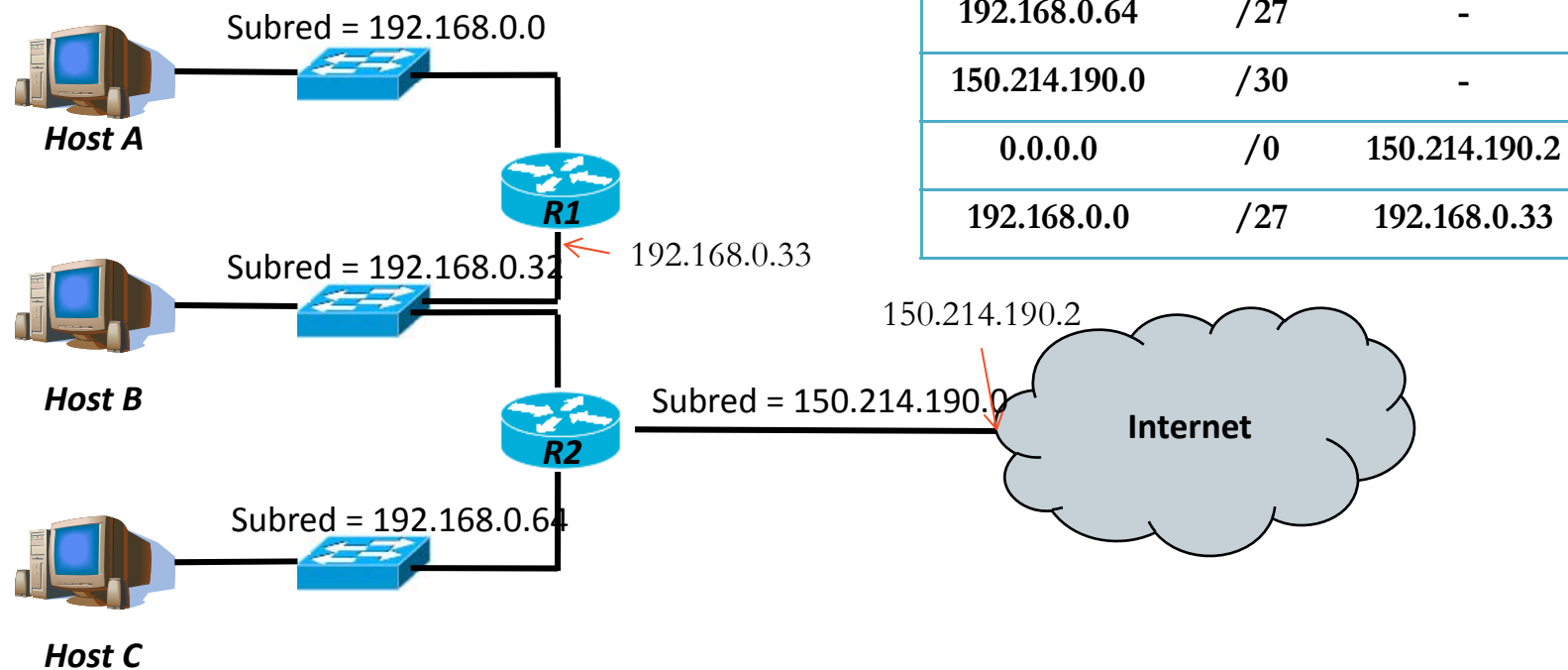
UGR
Universidad
de Granada

dns3.ugr.es = 150.214.191.10
pop.ugr.es = 150.214.20.3

EL PROTOCOLO IP

➤ Ejercicio: Diseñar la Tabla de encaminamiento en R2

- i) Incorporar todas las redes directamente conectadas.
- ii) Incorporar la entrada por defecto
- iii) Añadir todas las entradas adicionales necesarias.



EL PROTOCOLO IP

➤ Direccionamiento basado en clases (1981)

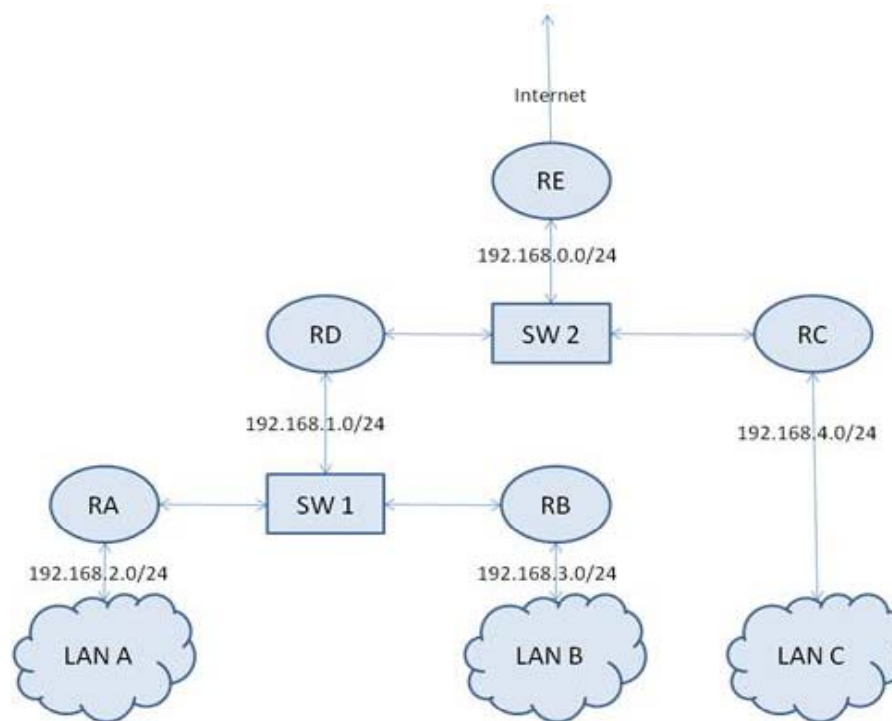
Clase A	0	red (7 bits)	host (24 bits)
Clase B	1 0	red (14 bits)	host (16 bits)
Clase C	1 1 0	red (21 bits)	host (8 bits)
Clase D	1 1 1 0	dirección grupo <i>multicast</i> (28 bits)	
Clase E	1 1 1 1 0	uso futuro	

➤ Introducción de la máscara de subred (1985)

➤ Encaminamiento de dominios sin clase (1993)

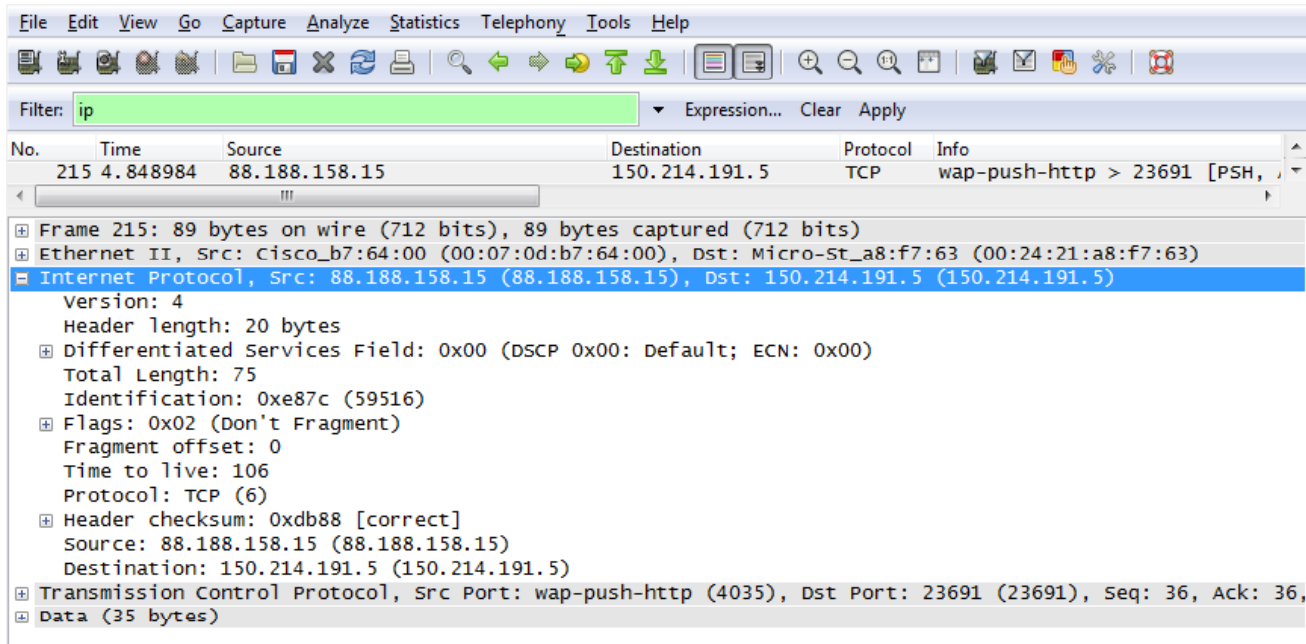
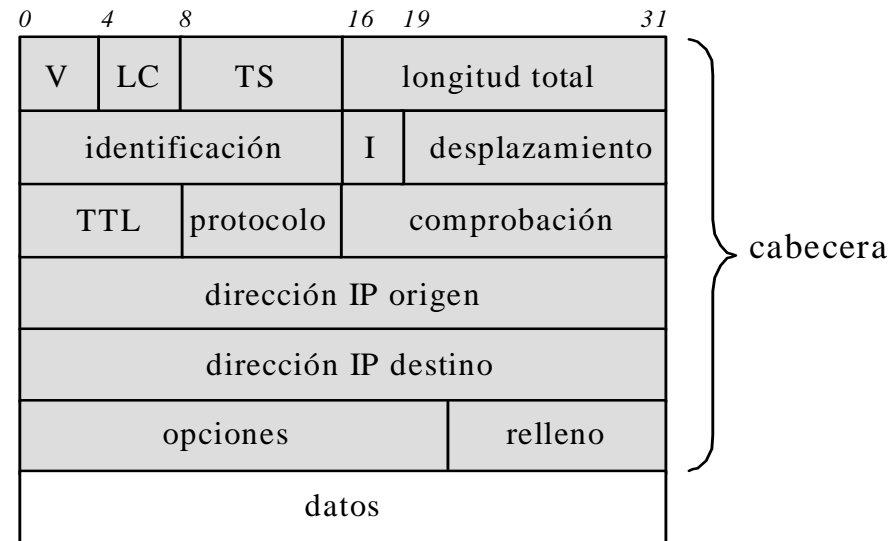
**¡¡Cuidado con las
versiones obsoletas!!
Ej. RIPv1**

7. Imagine una situación donde hay cinco routers RA-RE. RA, RB y RC se conectan cada uno a una red local A, B y C, siendo cada router única puerta de enlace de cada red. RA, RB y RD están conectados entre sí a través de un switch. RC, RD y RE están conectados entre sí a través de un switch. RE conecta a Internet a través de la puerta de acceso especificada por el ISP. Especifique tablas de encaminamiento en los routers. Asigne a voluntad las direcciones IP e interfaces necesarias.



EL PROTOCOLO IP

➤ Formato de datagrama



EL PROTOCOLO IP

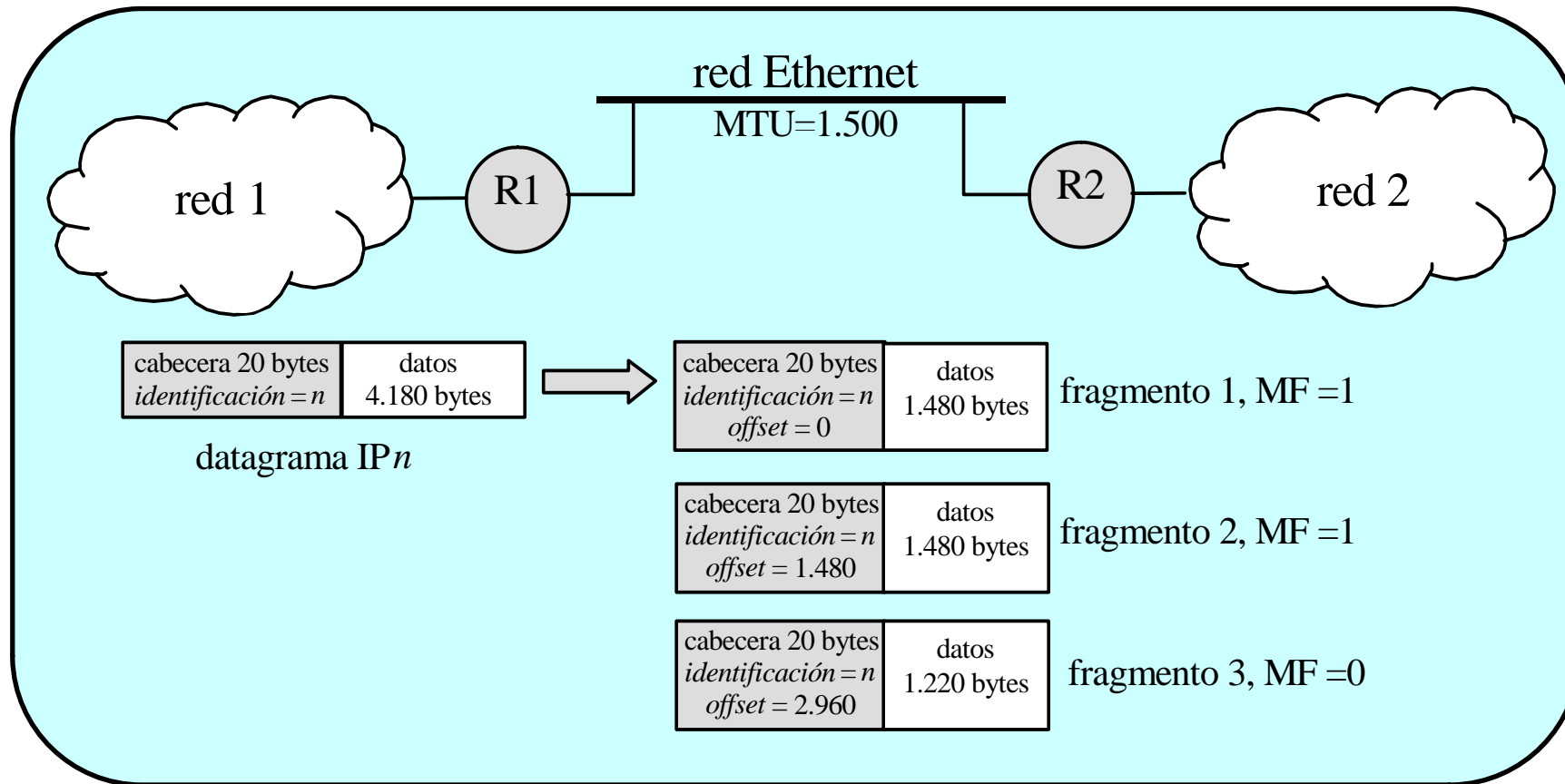
➤ Fragmentación IPv4:

- Tamaño máximo: $2^{16}-1 = 65.535$ bytes.
- Adaptarse a la **MTU** (Maximum Transfer Unit)
- Ensamblado en destino final
- **desplazamiento:**
 - offset respecto del comienzo del paquete.
- **indicadores (I) :**
 - “Don’t Fragment”, “More Fragments”.

Nivel de enlace	MTU (bytes)
PPP normal	1500
PPP bajo retardo	296
X.25	1600 (RFC 1356)
Frame Relay	1600 (normalmente)
Ethernet DIX	1500
Ethernet LLC-SNAP	1492
Token Ring 4 Mb/s	4440 (THT 8ms)
Classical IP over ATM	9180

EL PROTOCOLO IP

➤ Fragmentación IPv4:



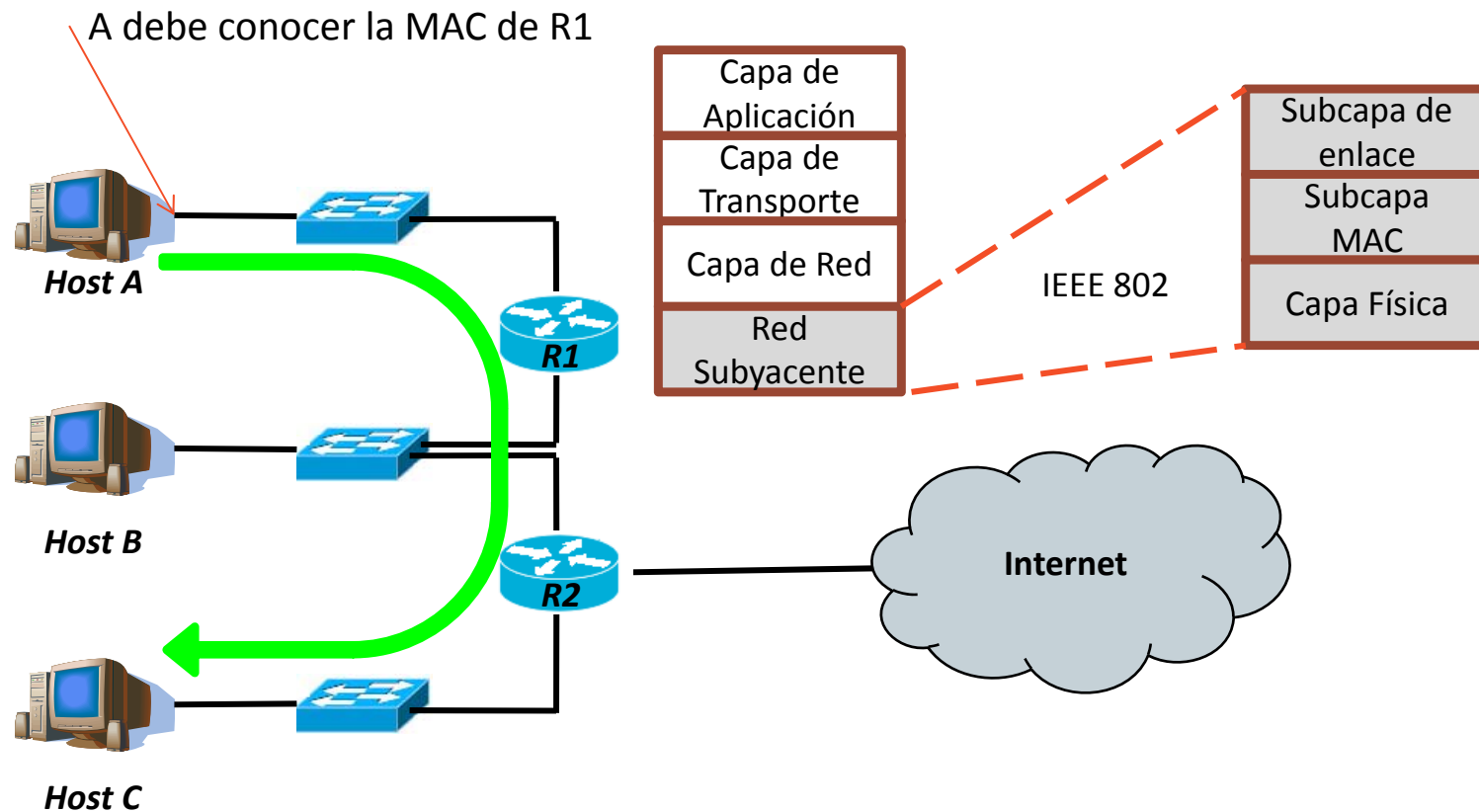
Tema 4. REDES CONMUTADAS E INTERNET

1. Funcionalidades
2. Conmutación
3. El protocolo IP
- 4. Asociación con Capa de Enlace: El protocolo ARP**
5. El protocolo ICMP

EL PROTOCOLO ARP

➤ Direcciones MAC

- Tras la redirección IP ➔ Enviar a la MAC del siguiente nodo



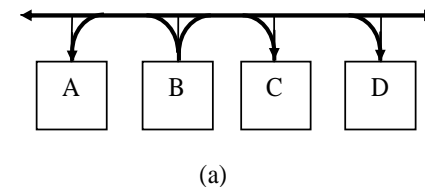
EL PROTOCOLO ARP

➤ Direcciones MAC

- Tras la redirección IP ➔ Enviar a la MAC del siguiente nodo
- Usadas en redes Ethernet y Wifi
- Formato: HH-HH-HH-HH-HH-HH ➔ ej. 00-24-21-A8-F7-6A
- Únicas, asignadas por IEEE en lotes de 2^{24}
- Dirección de difusión (broadcast) FF-FF-FF-FF-FF-FF

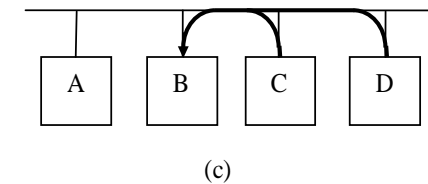
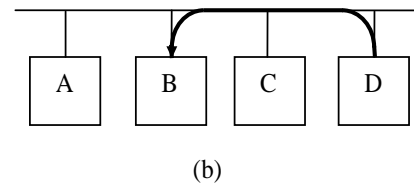
➤ Protocolo ARP

- Obtener MAC a partir de IP (a) y (b)



➤ Protocolo RARP

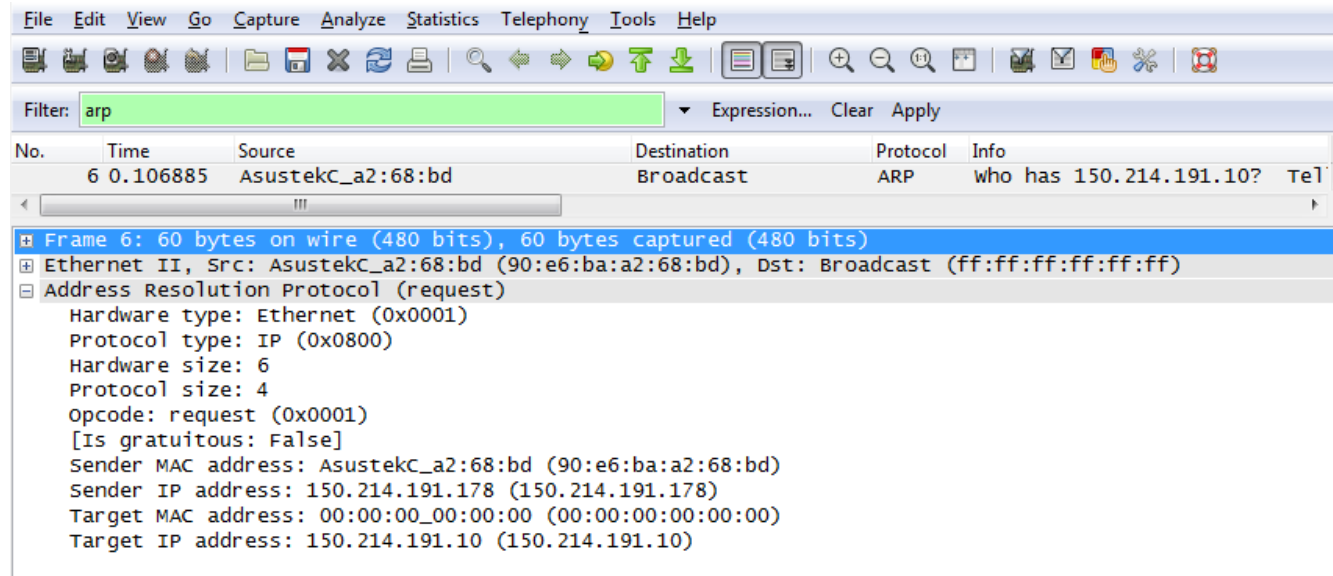
- IP a partir de MAC (a) y (c)



EL PROTOCOLO ARP

➤ Formato ARP:

0	8	16	31
Htipo		Ptipo	
Hlen	Plen	Operación	
Hemisor (bytes 0-3)			
Hemisor (bytes 4-5)		Pemisor (bytes 0-1)	
Pemisor (bytes 2-3)		Hsol (bytes 0-1)	
Hsol (bytes 2-5)			
Psol (bytes 0-3)			



Tema 4. REDES CONMUTADAS E INTERNET

1. Funcionalidades
2. Conmutación
3. El protocolo IP
4. Asociación con Capa de Enlace: El protocolo ARP
- 5. El protocolo ICMP**

EL PROTOCOLO ICMP

➤ ICMP (Internet Control Message Protocol)

- Informa sobre situaciones de error → señalización
- Hacia el origen del datagrama IP
- Se encapsula en IP
- Cabecera de 32 bits
 - Tipo (8 bits): tipo de mensaje
 - Código (8 bits): subtipo de mensaje
 - Comprobación (16 bits)



EL PROTOCOLO ICMP

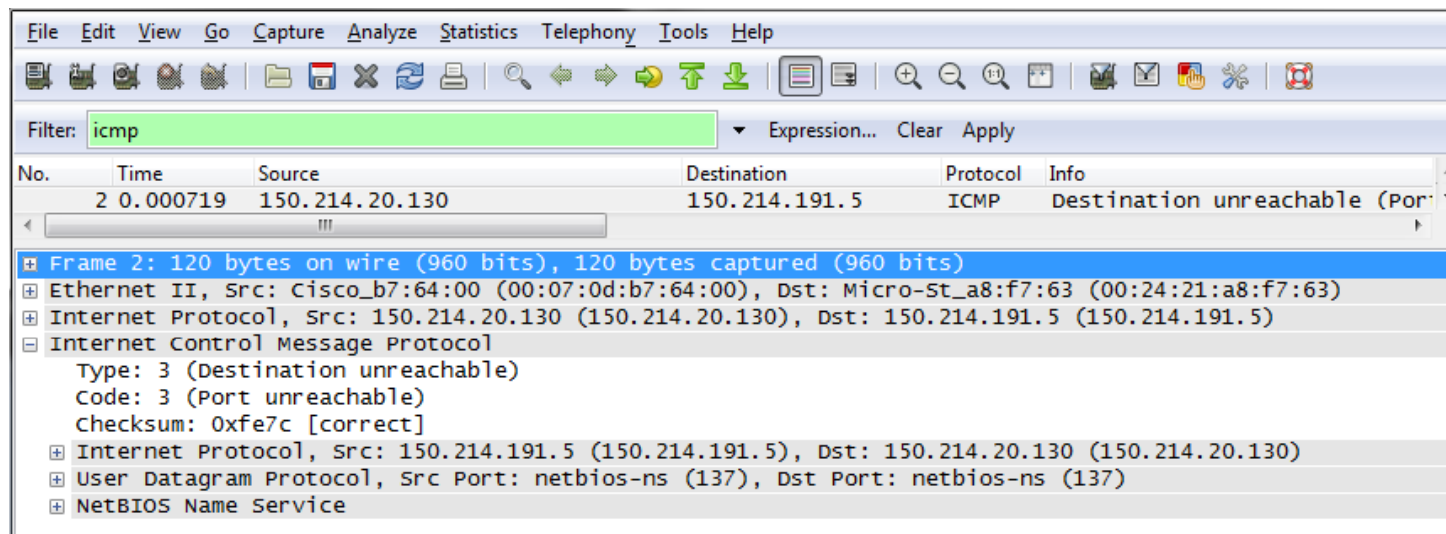


Mensajes ICMP:

Campo tipo	Mensaje ICMP
8/0	Solicitud/respuesta de eco
3	Destino inalcanzable
4	Ralentización del origen
5	Redireccionamiento
11	Tiempo de vida excedido
12	Problema de parámetros
13/14	Solicitud/respuesta de sello de tiempo
17/18	Solicitud/respuesta de máscara de red

EL PROTOCOLO ICMP

- ICMP (Internet Control Message Protocol)
 - informa sobre situaciones de error ➔ señalización
 - Hacia el origen del datagrama IP.
 - Se encapsula en IP
 - Cabecera de 32 bits



TEMA 4

REDES CONMUTADAS E INTERNET

Fundamentos de Redes
2014/2015



ugr
Universidad
de Granada