

Clase 9

Fragmentación y Reensamblado ICMP

Tema 3.- Interconexión de redes IP

*Ingeniero Técnico de Telecomunicación Especialidad en
Sonido e Imagen, 3º curso*

*Dr. Daniel Morató
Redes de Ordenadores
Sonido e Imagen, 3º curso*

Temario

A decorative graphic consisting of six circles arranged in two rows. The top row has three circles: a solid light purple circle, an empty white circle with a light purple outline, and a solid light purple circle. The bottom row has three circles: a solid light purple circle, an empty white circle with a light purple outline, and a solid light purple circle.

- 1.- Introducción
- 2.- Nivel de enlace en LANs
- 3.- Interconexión de redes IP
- 4.- Enrutamiento con IP
- 5.- Nivel de transporte en Internet
- 6.- Nivel de aplicación en Internet
- 7.- Ampliación de temas

Temario

A decorative graphic consisting of six circles arranged in two rows of three. The top row has a solid light blue circle on the left, a white circle with a light blue outline in the middle, and a solid light blue circle on the right. The bottom row has a solid light blue circle on the left, a white circle with a light blue outline in the middle, and a solid light blue circle on the right.

1.- Introducción

2.- Nivel de enlace en LANs

3.- Interconexión de redes IP

- Internetworking e IP
- Direccionamiento clásico
- CIDR
- Comunicación IP en LAN (ARP)
- Fragmentación y reensamblado. ICMP

4.- Enrutamiento con IP

5.- Nivel de transporte en Internet

6.- Nivel de aplicación en Internet

7.- Ampliación de temas

Objetivo

- Completar los conceptos básicos sobre el nivel de red en Internet

Contenido

- Fragmentación y reensamblado
 - Necesidad
 - Implementación
 - Problemas
- ICMP
 - Características generales
 - Condiciones generales de envío
 - Mensajes
- Traceroute

Contenido

- **Fragmentación y reensamblado**
 - Necesidad
 - Implementación
 - Problemas
- ICMP
 - Características generales
 - Condiciones generales de envío
 - Mensajes
- Traceroute

Fragmentación y Reensamblado

Necesidad

- El nivel de enlace impone unos límites al tamaño
- MTU = Maximum Transfer Unit
- Un datagrama IP es dividido dentro de la red (...)
- Un datagrama se convierte en varios paquetes
- Hosts y routers fragmentan
- *Los routers NO reensamblan (...)*
- Solo el host receptor final reensambla (...)

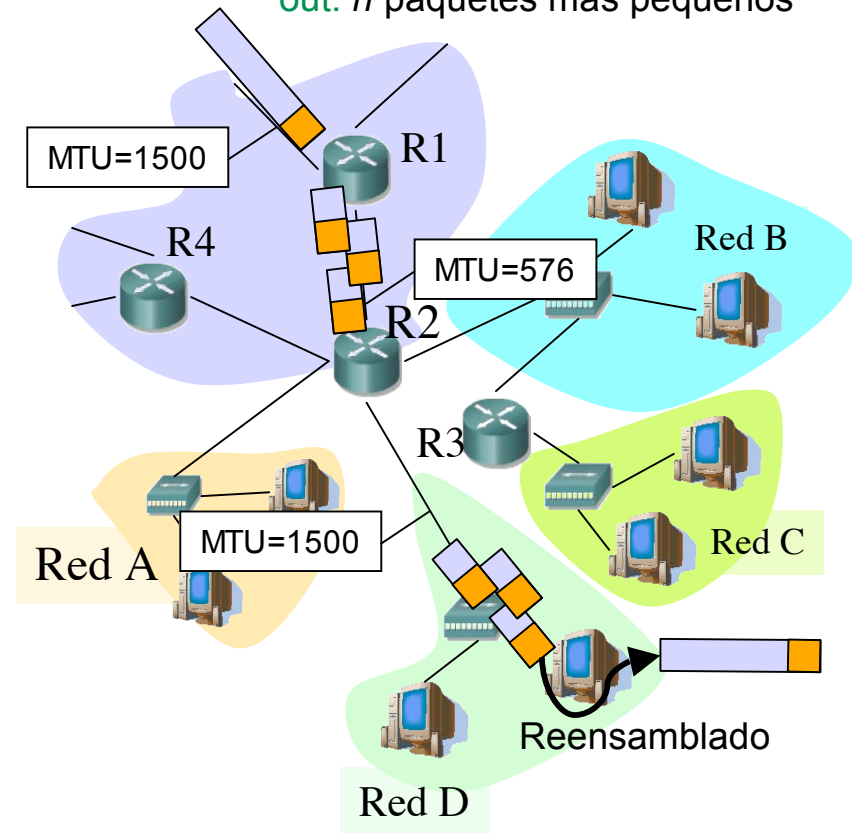
Red (RFC 1191)	MTU
16Mbps Token Ring	17914
IEEE 802.4	8166
FDDI	4352
Ethernet	1500
IEEE 802.3	1492
X.25	576

Fragmentación y reensamblado - ICMP

Fragmentación:

in: un datagrama grande

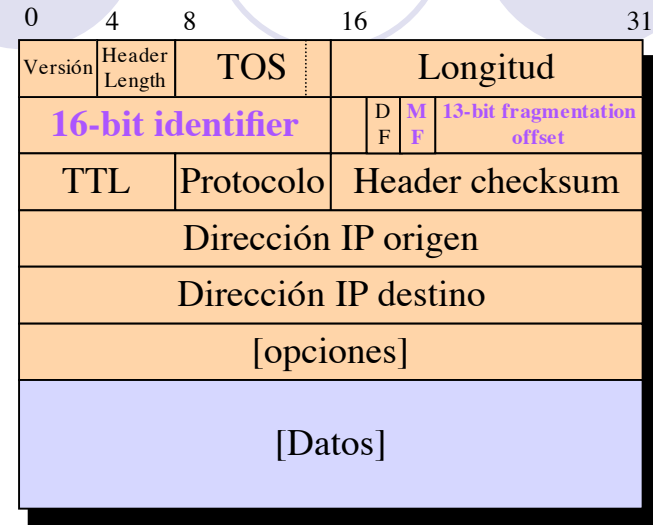
out: n paquetes más pequeños



Fragmentación y Reensamblado

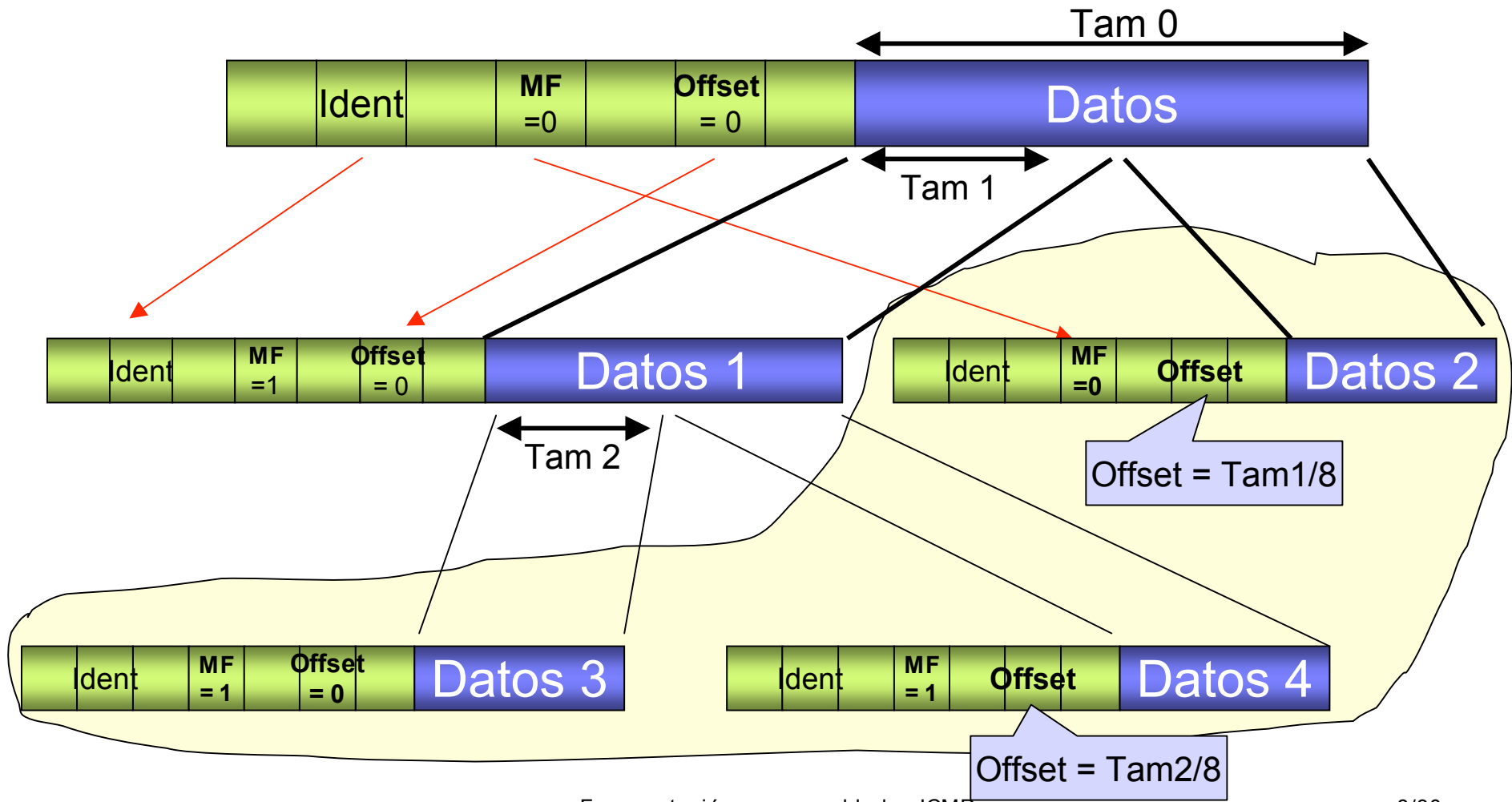
Codificación de la información

- Campos empleados:
 - Identificación
 - Bit MF
 - Fragment offset
- Fragmentos del datagrama:
 - Igual identificación, IP origen, IP destino y protocolo
- “Longitud” es la del paquete, no del datagrama
- Ante un primer fragmento ⇒ reservar zona de memoria donde reensamblar
- Debe reservar suficiente para reensamblar al menos datagramas de 576 Bytes



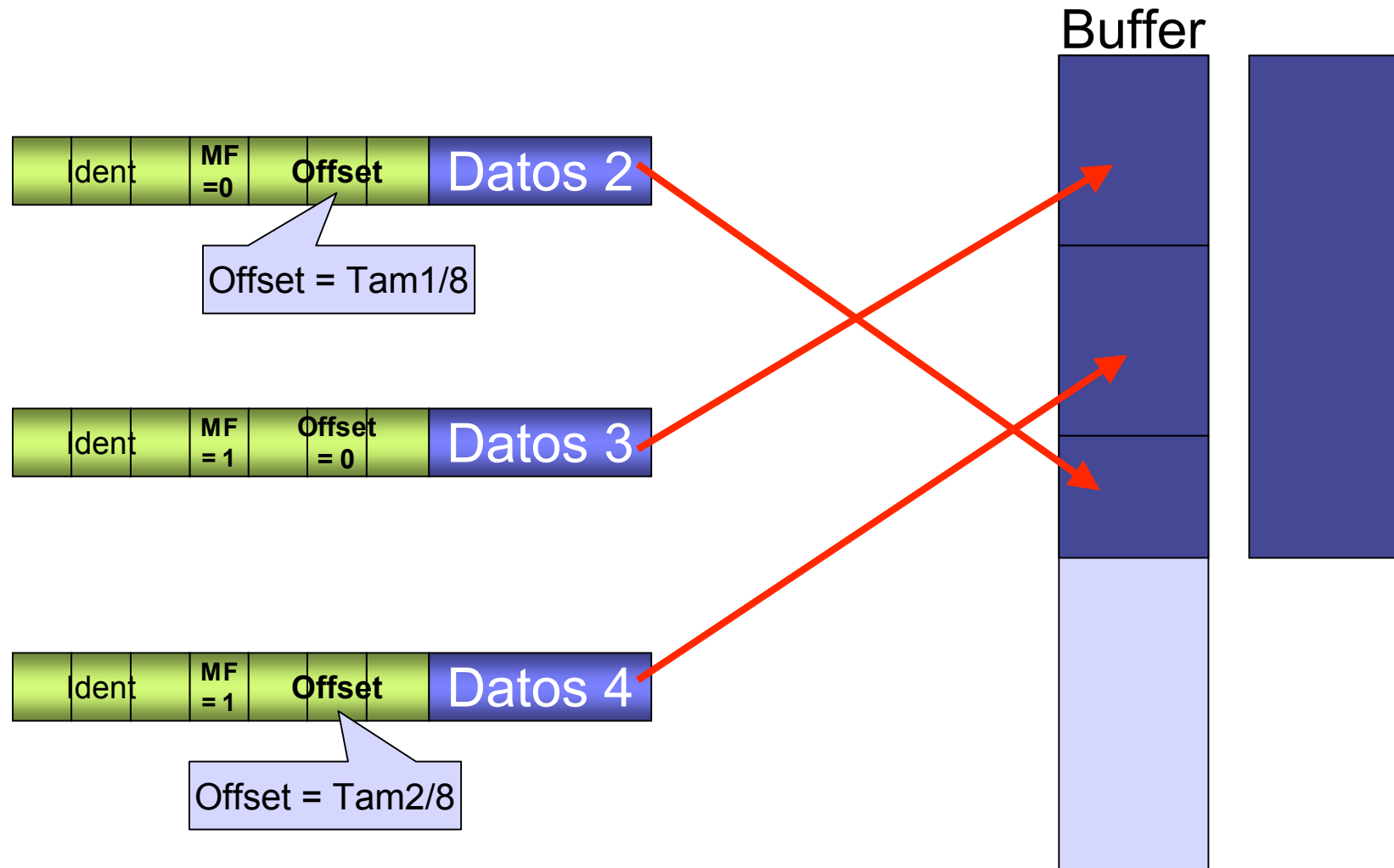
Fragmentación

Implementación



Reensamblado

Implementación



Situaciones de “error”

- Bit DF:
 - En la cabecera IP
 - $DF==1 \Rightarrow$ routers no pueden fragmentar el paquete
 - $(Tam > MTU) \&\& (DF==1) \Rightarrow$ lo descarta y devuelve al host origen un paquete indicando el error (ICMP)
- Reensamblado:
 - Inicia un *timer* con el primer fragmento que recibe
 - Si caduca el *timer* sin tener todos los fragmentos descarta todo lo recibido y devuelve al origen un paquete indicando el error (ICMP)

Problemas de la fragmentación

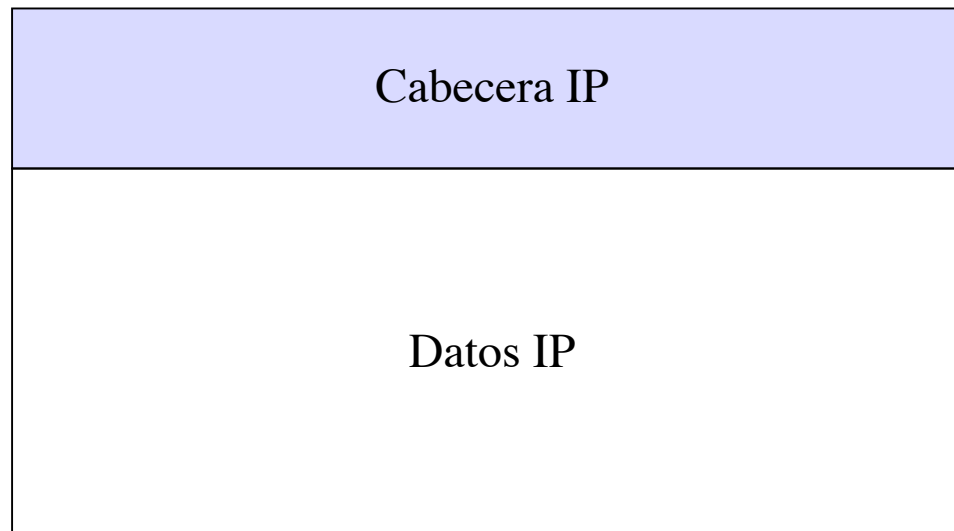
- Menor cociente Datos/Cabeceras
- Añade más carga a los routers (IPv6 la elimina)
- Si se pierde un fragmento:
 - El receptor no puede recomponer el datagrama
 - Tira todos los fragmentos recibidos
- Hasta que no se reciba todo el datagrama no se pueden pasar los datos al nivel de transporte (mayor retardo)

Contenido

- Fragmentación y reensamblado
 - Necesidad
 - Implementación
 - Problemas
- **ICMP**
 - **Características generales**
 - **Condiciones generales de envío**
 - **Mensajes**
- Traceroute

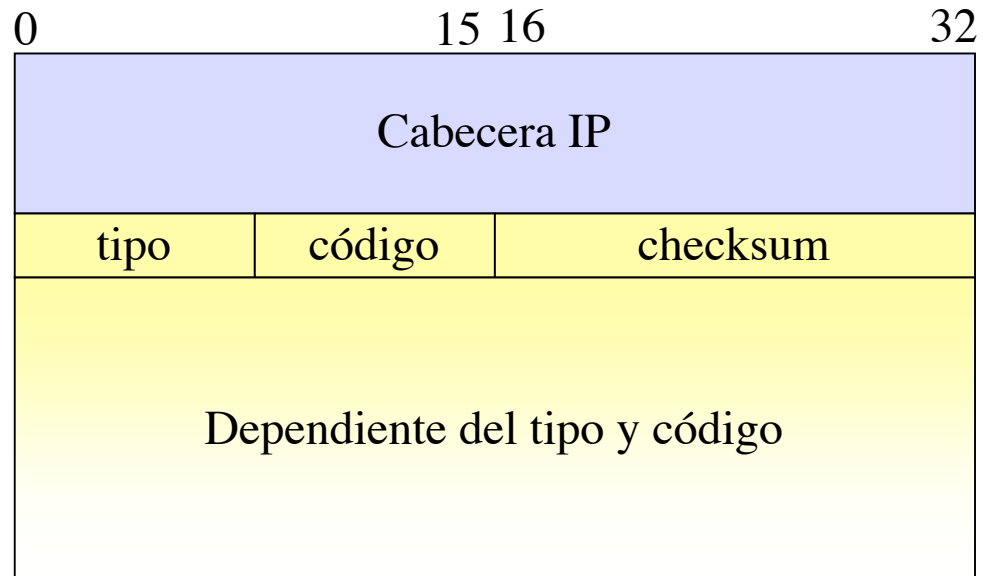
Características generales

- *Internet Control Message Protocol* (RFC 792)
- Para comunicar mensajes de error y otra información del nivel de red
- Mensajes transportados dentro de datagramas IP
- El destino es la dirección del paquete IP que generó el error
- Parte del nivel IP
- Estructura general del mensaje (...):

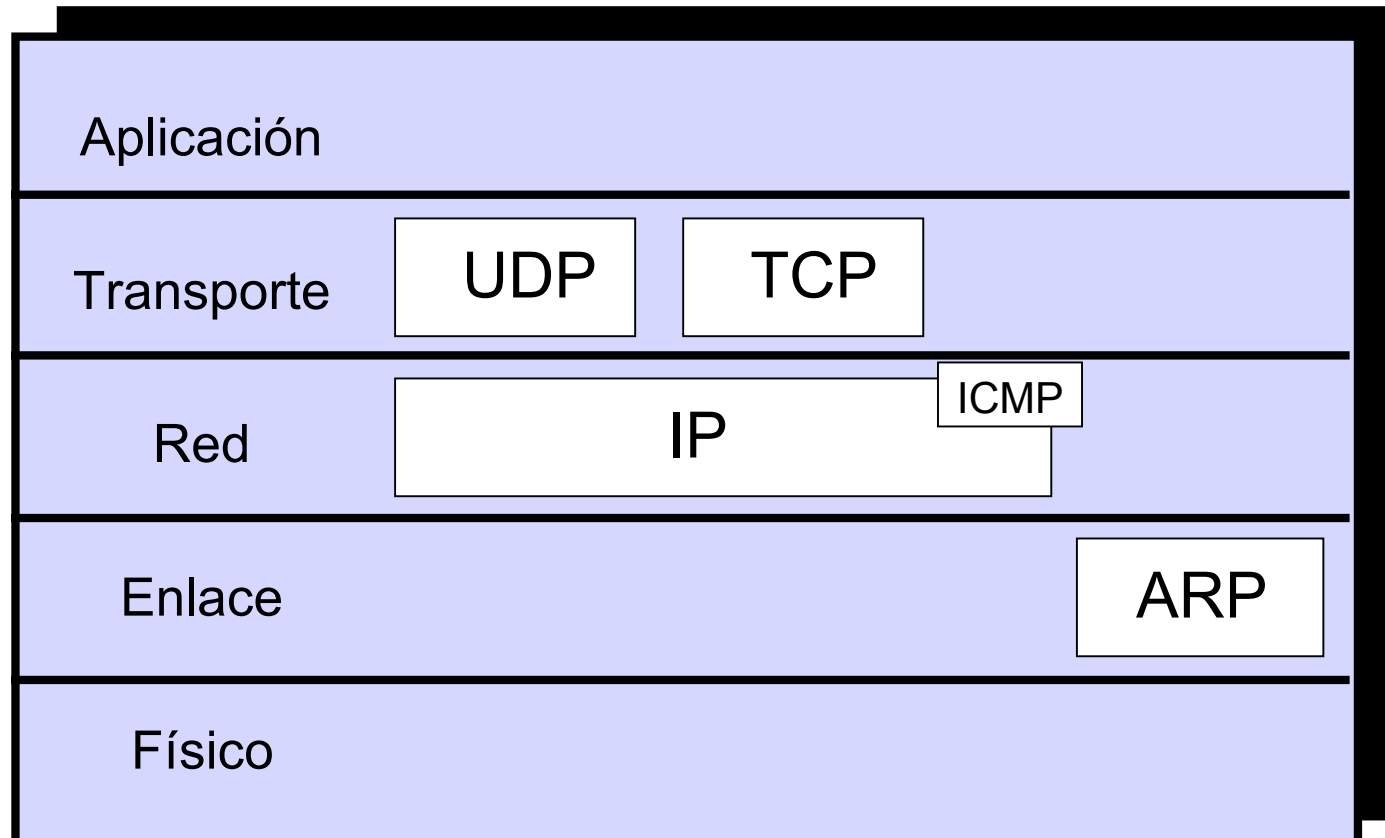


Características generales

- *Internet Control Message Protocol* (RFC 792)
- Para comunicar mensajes de error y otra información del nivel de red
- Mensajes transportados dentro de datagramas IP
- El destino es la dirección del paquete IP que generó el error
- Parte del nivel IP
- Estructura general del mensaje (...):



¿Dónde encaja ICMP en la pila TCP/IP?



Clases de mensajes ICMP

- Mensajes de Error:
 - Destino inalcanzable
 - *Redirect*
 - Tiempo excedido
 - *Source Quench*
 - Problema de parámetros
- Mensajes de pregunta (*query*):
 - Echo
 - *Router Advertisement*
 - *Timestamp*
 - Información
 - *Address Mask*

Condiciones generales de envío

- Para evitar tormentas de errores
- Nunca se generan ICMPs *de error* en respuesta a:
 - Un ICMP de error
 - Un datagrama destinado a una IP de broadcast o multicast
 - Un broadcast (o multicast) a nivel de enlace
 - Un fragmento que no sea el primero
 - Un datagrama cuya IP origen no sea *single-host: loopback, broadcast, multicast*

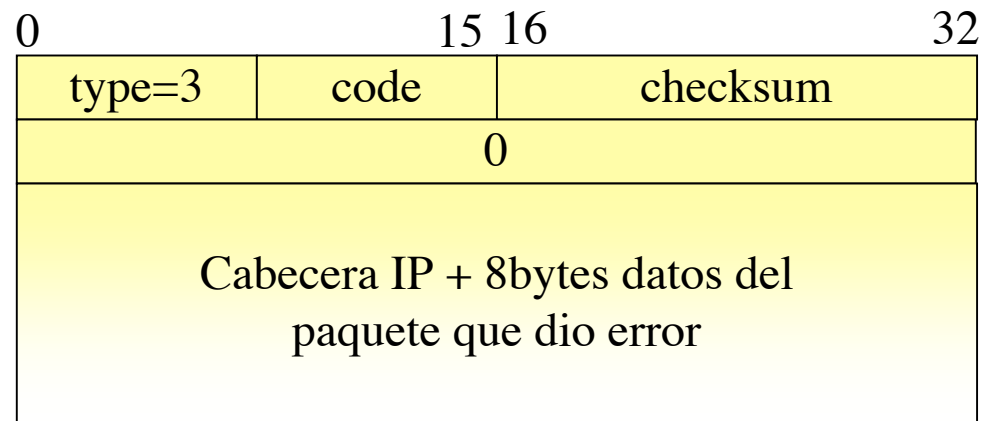
Mensajes ICMP

- Echo request/reply (*query*) (PING)
 - tipo = 8 (request) o 0 (reply), código = 0
 - Servidor debe hacer *echo* del paquete (incluidos los datos)
 - Obligatorio de implementar (generalmente en el kernel)

0	15	16	32
type=8	code	checksum	
Identificador		Número de secuencia	
Datos (opcional)			

Mensajes ICMP

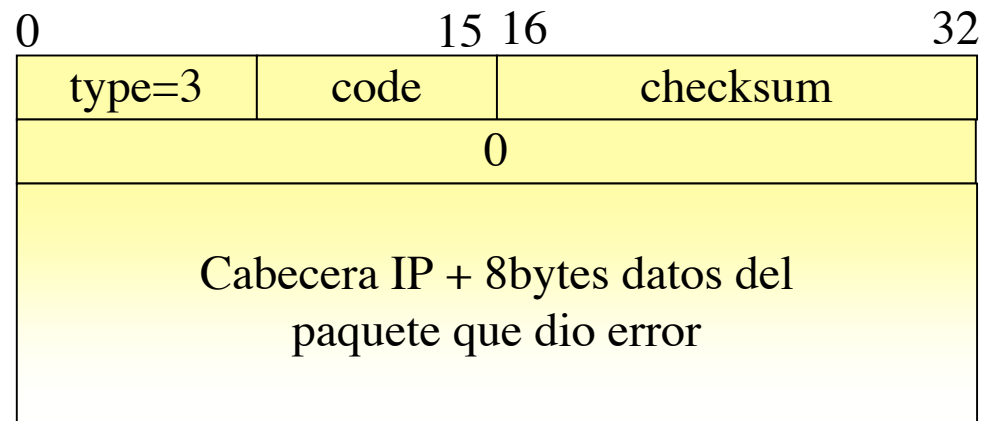
- Destino inalcanzable (*error*)
 - tipo = 3
 - Si según la tabla de rutas no se puede llegar al destino, host/router debe enviarlo (...)



Mensajes ICMP

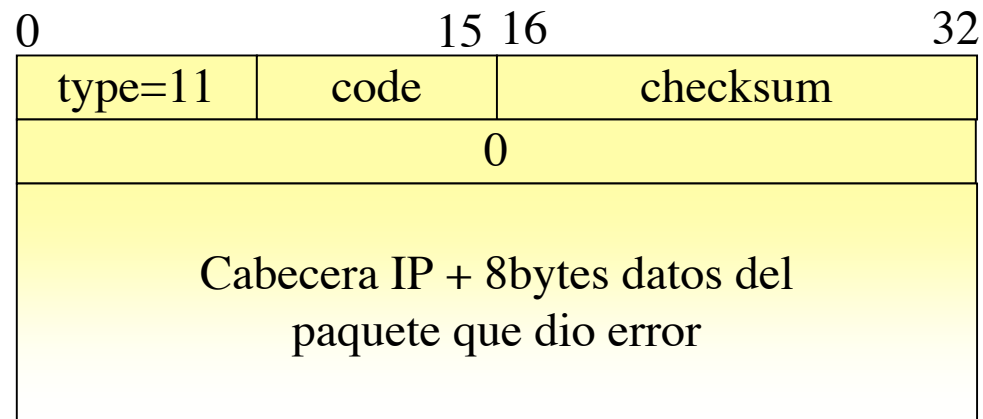
(Destino inalcanzable)

- Código:
 - 0 = Red destino inalcanzable
 - 1 = Host destino inalcanzable
 - 2 = Protocolo destino inalcanzable
 - 3 = Puerto destino inalcanzable
 - 4 = Fragmentación necesaria y DF activo
 - 5 = Source route failed



Mensajes ICMP

- Tiempo excedido (*error*)
 - tipo = 11
 - código = 0 (TTL=0 en tránsito), 1 (timeout durante reensamblado, necesita primer paquete)

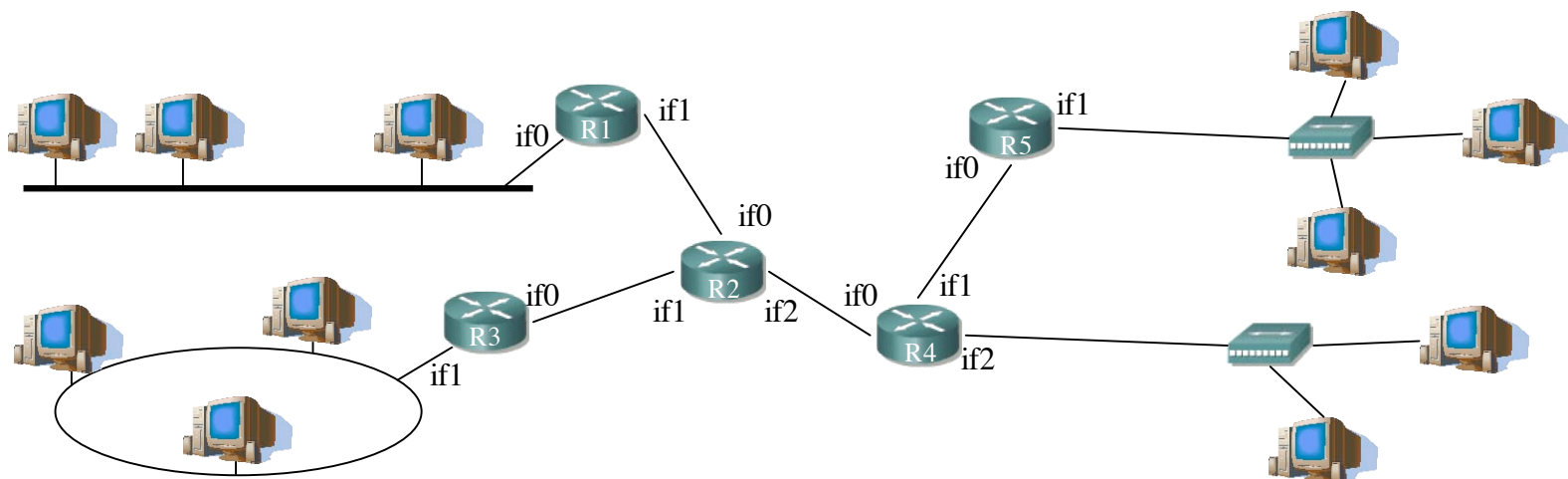


Contenido

- Fragmentación y reensamblado
 - Necesidad
 - Implementación
 - Problemas
- ICMP
 - Características generales
 - Condiciones generales de envío
 - Mensajes
- **Traceroute**

Traceroute

- Permite averiguar *el camino* entre dos hosts
- Suponiendo que el camino se mantiene entre diferentes paquetes
- Requiere que el destino final soporte UDP
- Requiere que se generen ciertos mensajes ICMP
- *Implemented by **Van Jacobson** from a suggestion by Steve Deering. Debugged by a cast of thousands with particularly cogent suggestions or fixes from C. Philip Wood, Tim Seaver, and Ken Adelman.*



Traceroute

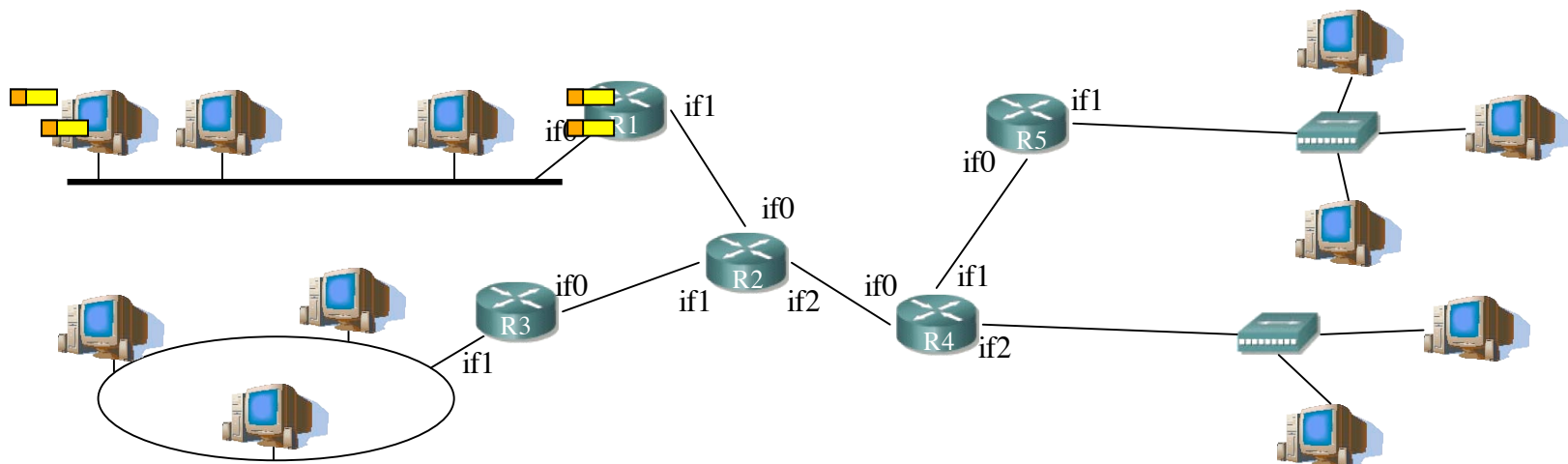
- El host inicial envía un datagrama UDP (...)

- Dirigido al host final
- Con TTL = 1

- El primer router decreuenta el TTL a 0 (...)

- Tira el paquete
- Devuelve al origen un ICMP de Error *Tiempo excedido en tránsito*
- Este es un paquete IP con dirección origen la del interfaz de R1 en la red del host (... ..)

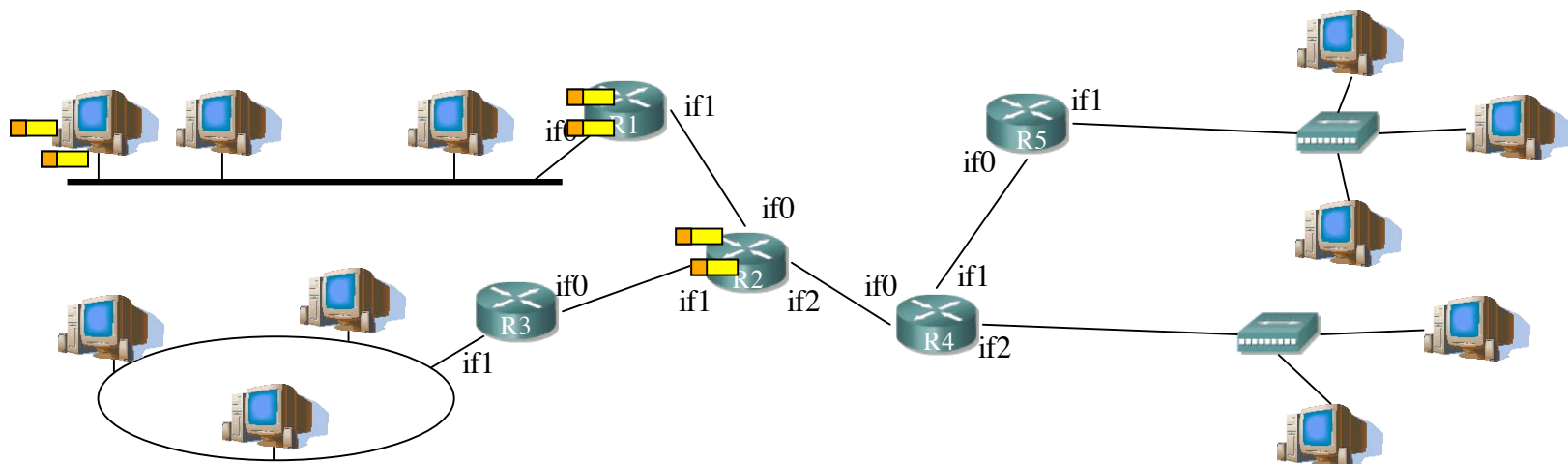
<u>TTL</u>	<u>IP</u>
1	IPR1 _{if0}



Traceroute

- El host inicial envía un datagrama UDP (...)
 - Dirigido al host final
 - Con TTL = 2
- El primer router decreuenta el TTL a 1 y lo reenvía (...)
- El segundo router decreuenta el TTL a 0 (...)
 - Tira el paquete
 - Devuelve al origen un ICMP de Error *Tiempo excedido en tránsito*
 - Este es un paquete IP con dirección origen la del interfaz de R2 en dirección hacia el host origen (...)

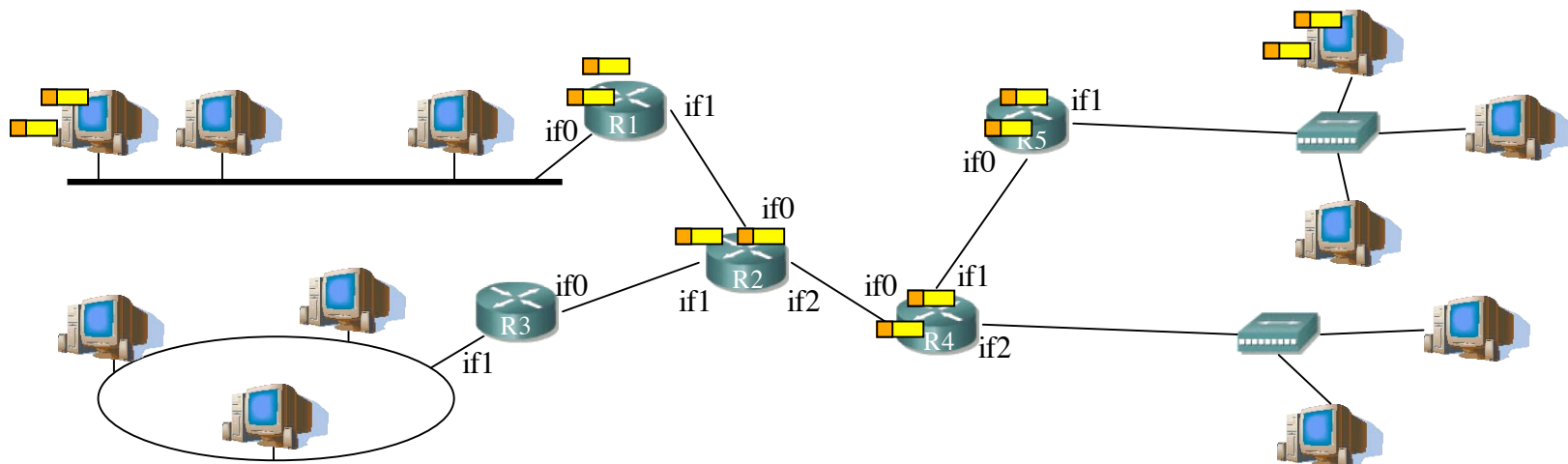
<u>TTL</u>	<u>IP</u>
1	IPR1 _{if0}
2	IPR2 _{if0}



Traceroute

- Idem con TTL=3 y TTL=4 (...)
- Con TTL suficientemente grande el paquete llega hasta el destino final (... ..)
- En el destino no hay aplicación esperando paquetes UDP en ese puerto:
 - Lo tira
 - Devuelve al origen un ICMP de Error *Puerto destino inalcanzable* (... ..)

<u>TTL</u>	<u>IP</u>
1	IPR1 _{if0}
2	IPR2 _{if0}
3	IPR4 _{if0}
4	IPR5 _{if0}
5	IPhost



Traceroute (Ejemplo)

```
daniel% traceroute www.berkeley.edu
traceroute to arachne.berkeley.edu (169.229.131.109), 30 hops max, 40 byte packets
 1 arce-un.red.unavarra.es (130.206.160.1) 1.691 ms 0.438 ms 0.417 ms
 2 ss-in (130.206.158.25) 1.015 ms 3.091 ms 0.658 ms
 3 unavarra-router.red.unavarra.es (130.206.158.1) 1.587 ms 1.87 ms 1.506 ms
 4 fe0-1-2.eb-pamplona0.red.rediris.es (130.206.209.13) 1.49 ms 1.741 ms 1.25 ms
 5 nav.so2-3-0.eb-bilbao0.red.rediris.es (130.206.240.61) 5.279 ms 4.402 ms 4.398 ms
 6 pav.so2-0-0.eb-iris2.red.rediris.es (130.206.240.29) 50.039 ms 16.511 ms 16.35 ms
 7 so0-0-0.eb-iris4.red.rediris.es (130.206.240.2) 16.341 ms 17.982 ms 16.405 ms
 8 rediris.es1.es.geant.net (62.40.103.61) 118.998 ms 16.741 ms 16.755 ms
 9 es.it1.it.geant.net (62.40.96.186) 96.679 ms 39.288 ms 39.513 ms
10 it.de2.de.geant.net (62.40.96.61) 91.118 ms 48.088 ms 49.83 ms
11 abilene-gw.de2.de.geant.net (62.40.103.254) 141.935 ms 141.812 ms 141.716 ms
12 atlang-washng.abilene.ucaid.edu (198.32.8.65) 157.505 ms 157.692 ms 164.648 ms
13 hstng-atlang.abilene.ucaid.edu (198.32.8.33) 177.182 ms 177.144 ms 177.201 ms
14 losang-hstng.abilene.ucaid.edu (198.32.8.21) 199.049 ms 198.489 ms *
15 hpr-lax-gsr1--abilene-la-10ge.cenic.net (137.164.25.2) 199.004 ms 198.621 ms 284.873 ms
16 svl-hpr--lax-hpr-10ge.cenic.net (137.164.25.13) 215.55 ms 218.166 ms 206.364 ms
17 hpr-ucb-ge--svl-hpr.cenic.net (137.164.27.134) 210.841 ms 207.409 ms 207.479 ms
18 vlan187.inr-201-eva.berkeley.edu (128.32.0.33) 283.445 ms 207.842 ms 207.318 ms
19 g5-1.inr-210-srb.berkeley.edu (128.32.255.65) 211.052 ms 207.341 ms 207.408 ms
20 arachne.berkeley.edu (169.229.131.109) 207.431 ms 207.451 ms 207.4 ms
```

Probadlo y ved los paquetes con tcpdump/ethereal

Resumen

- Fragmentación necesaria para soportar diferentes tecnologías con diferente MTU
- Solo los hosts reensamblan
- Problemas asociados: complejidad en los routers, mayor probabilidad de pérdidas, etc.
- Notificación de errores: ICMP

Temario

A decorative graphic consisting of six circles arranged in two rows of three. The top row has a solid light purple circle on the left, a white circle with a light purple outline in the middle, and a solid light purple circle on the right. The bottom row has a solid light purple circle on the left, a white circle with a light purple outline in the middle, and a solid light purple circle on the right.

1.- Introducción

2.- Nivel de enlace en LANs

3.- Interconexión de redes IP

- Internetworking e IP
- Direccionamiento clásico
- CIDR
- Comunicación IP en LAN (ARP)
- Fragmentación y reensamblado. ICMP

4.- Enrutamiento con IP

5.- Nivel de transporte en Internet

6.- Nivel de aplicación en Internet

7.- Ampliación de temas

Próxima clase

Características del enrutamiento dinámico en Internet

- Lecturas:
 - [Kurose05] 1.5, 4.5.3
 - 7 páginas

Tipos de algoritmos. Enrutamiento Distance-Vector

- Lecturas:
 - [Kurose04] 4.5, 4.5.2
 - 12 páginas