Fragmentación y Reensamblado en IP
ICMP

Area de Ingeniería Telemática
http://www.tlm.unavarra.es

Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios
3º Ingeniería de Telecomunicación

Temario

1. Introducción
2. Protocolos y arquitectura
3. Redes de área local
4. Protocolos de Internet
5. Conmutación de circuitos
6. Conmutación de paquetes
7. Gestión de recursos en conmutadores
8. Protocolos de control de acceso al medio

Temario

1. Introducción
2. Protocolos y arquitectura
3. Redes de área local
4. Protocolos de Internet
   - Nivel de red
     - Introducción histórica e Internetworking
     - Direccionamiento
     - IP en LAN. **ICMP**
   - Nivel de transporte
   - Servicios
5. Conmutación de circuitos
6. Conmutación de paquetes
7. Gestión de recursos en conmutadores
8. Protocolos de control de acceso al medio

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

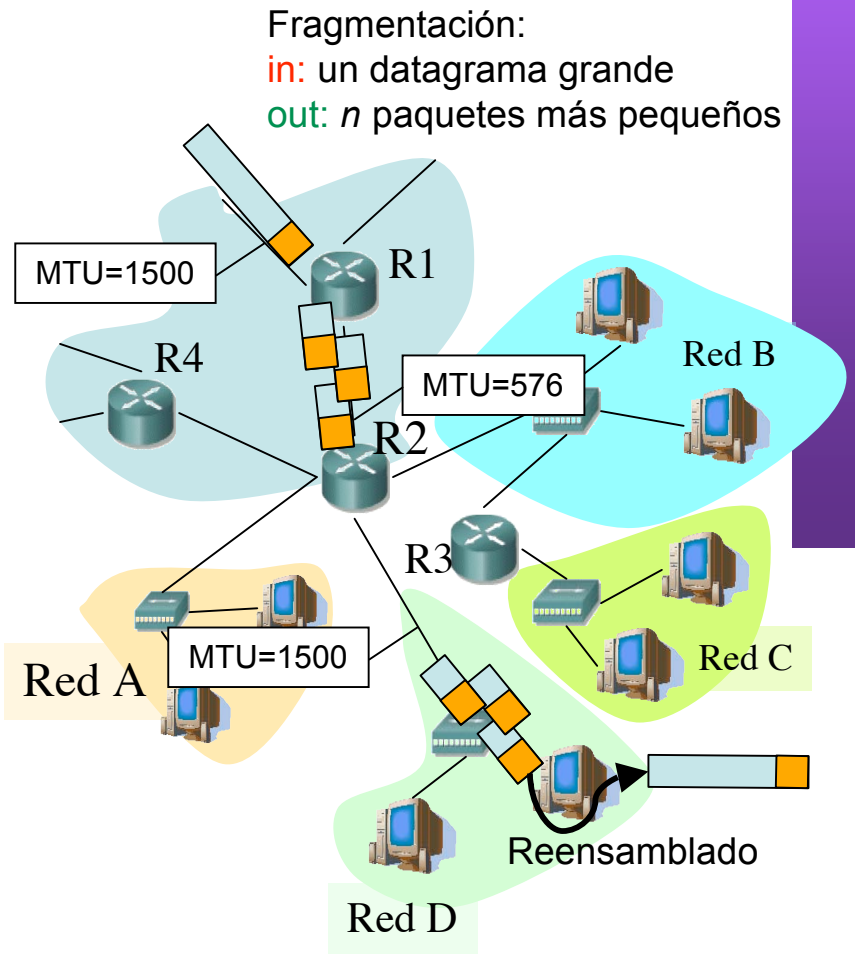
- **Fragmentación y reensamblado**
  - **Necesidad**
  - **Implementación**
  - **Problemas**
- ICMP
  - Características generales
  - Condiciones generales de envío
  - Mensajes
- Traceroute

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 (…)

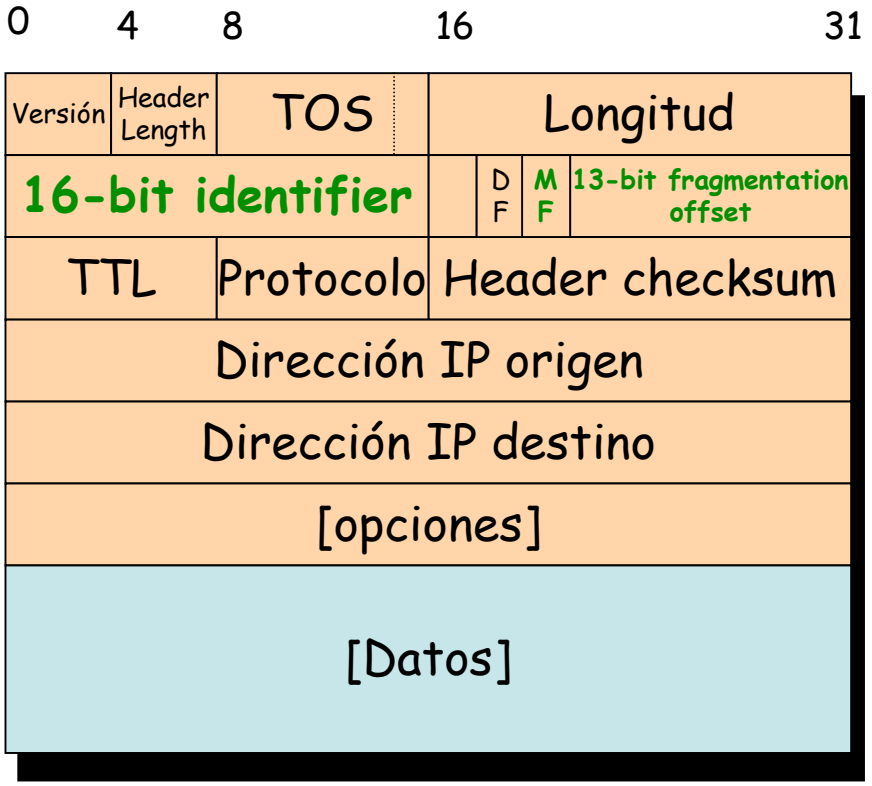
Red (RFC 1191)	**MTU**
16Mbps Token Ring	17914
IEEE 802.4	8166
FDDI	4352
Ethernet	1500
IEEE 802.3	1492
X.25	576



Fragmentación y Reensamblado

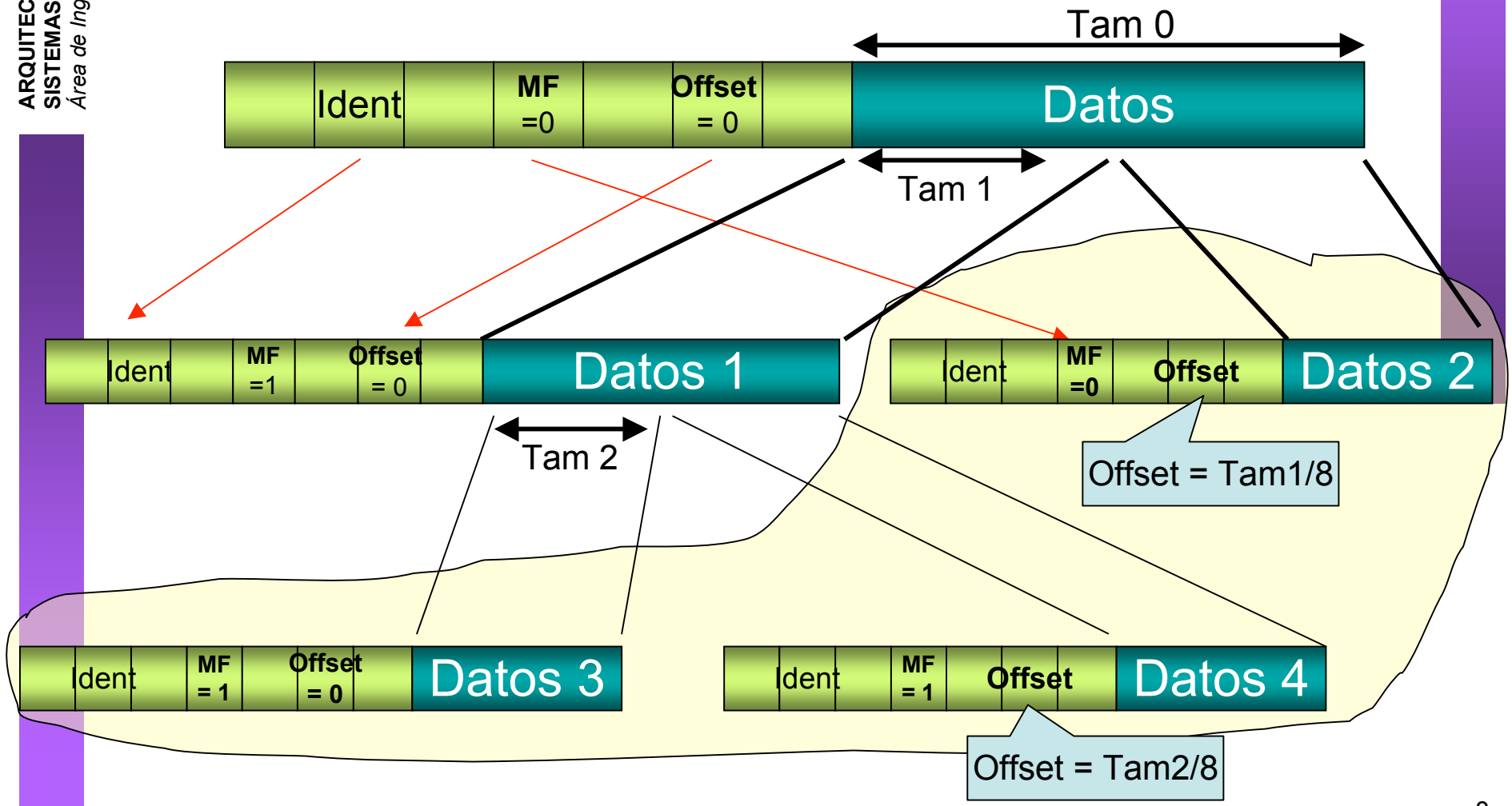
Codificación de la información

- 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



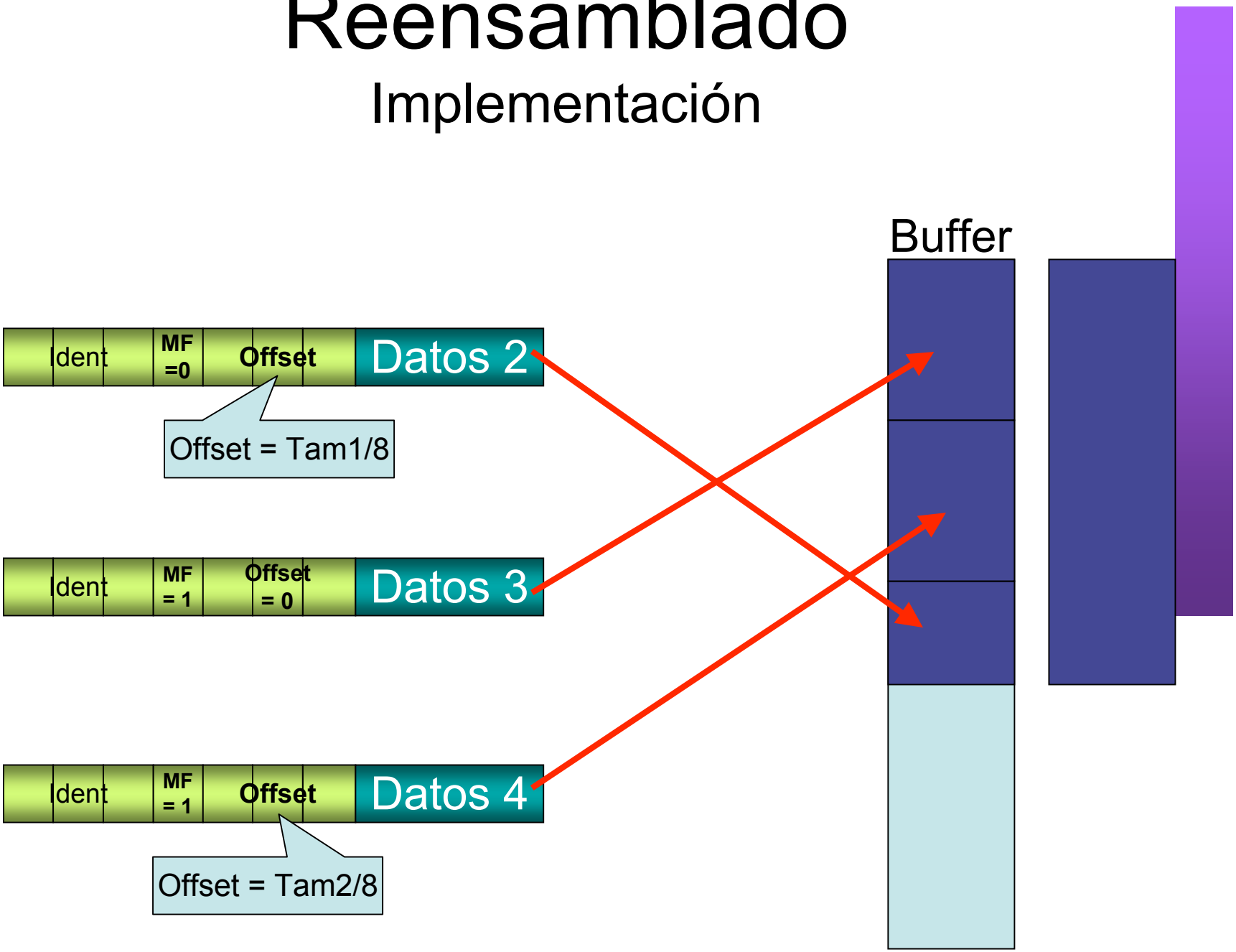
Fragmentación

Implementación



Reensamblado

Implementación



Situaciones de "error"

- Bit DF:
  - En la cabecera IP
  - DF==1 ⇒ routers no pueden fragmentar el paquete
  - (Tam>MTU)&&(DF==1) ⇒ 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

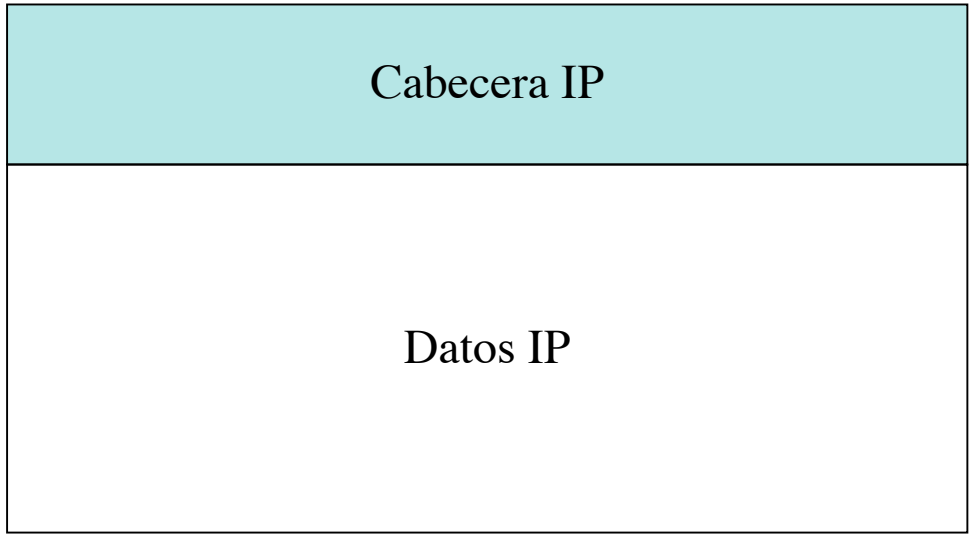
- Menor cociente Datos/Cabeceras
- Añade más carga a los routers (IPv6 la elimina)
- Si se pierde un fragmento:
  - El receptor no puede recomponer el datagrama
  - Tira todos los fragmentos recibidos
- Hasta que no se reciba todo el datagrama no se pueden pasar los datos al nivel de transporte (mayor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

Contenido

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

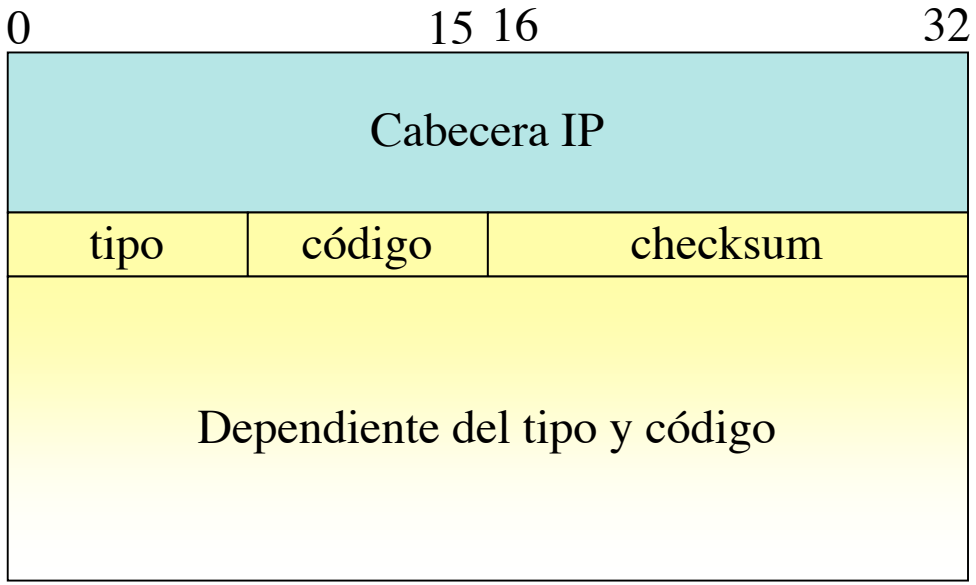
Características generales

- *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 (…):

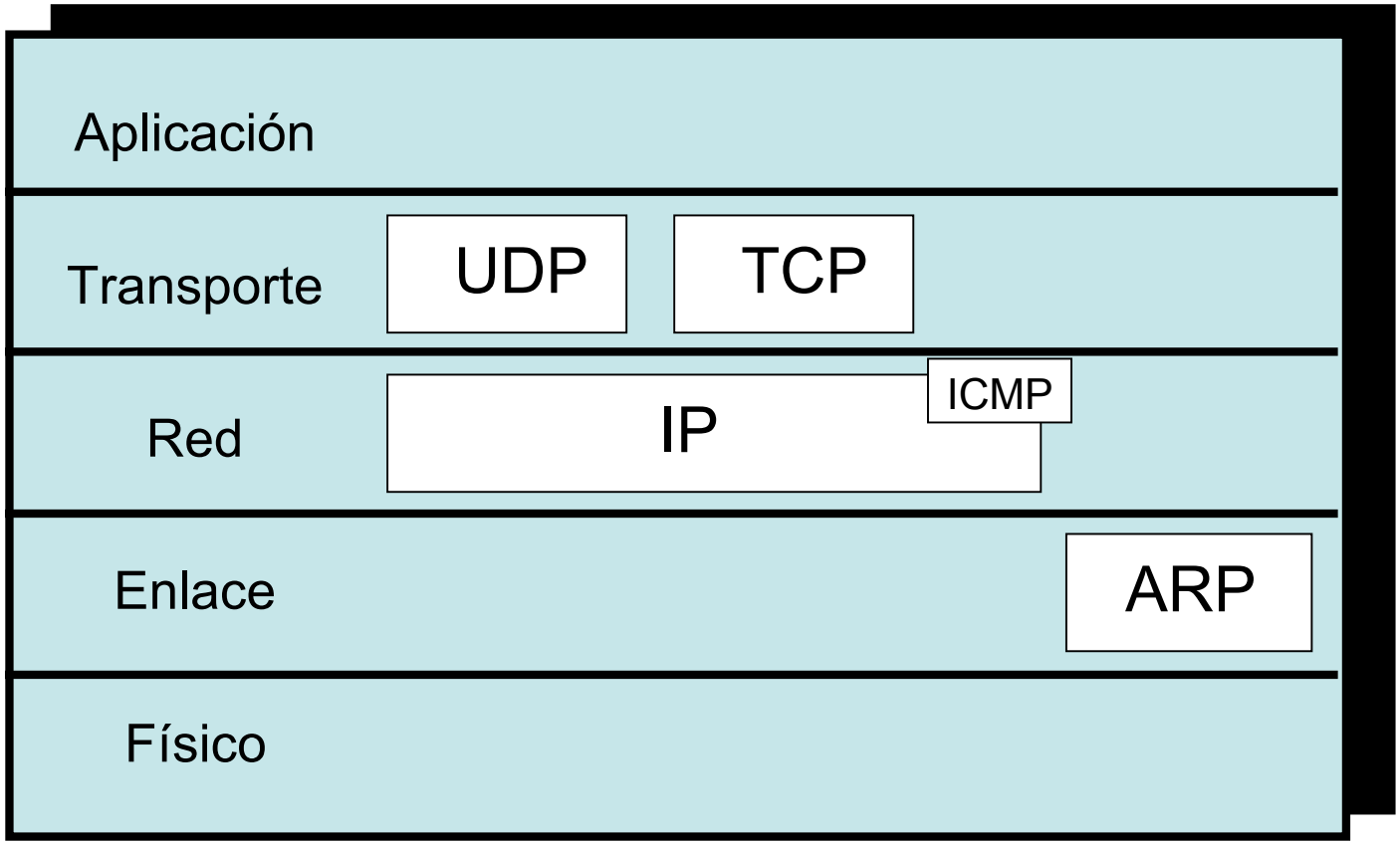


Características generales

- *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

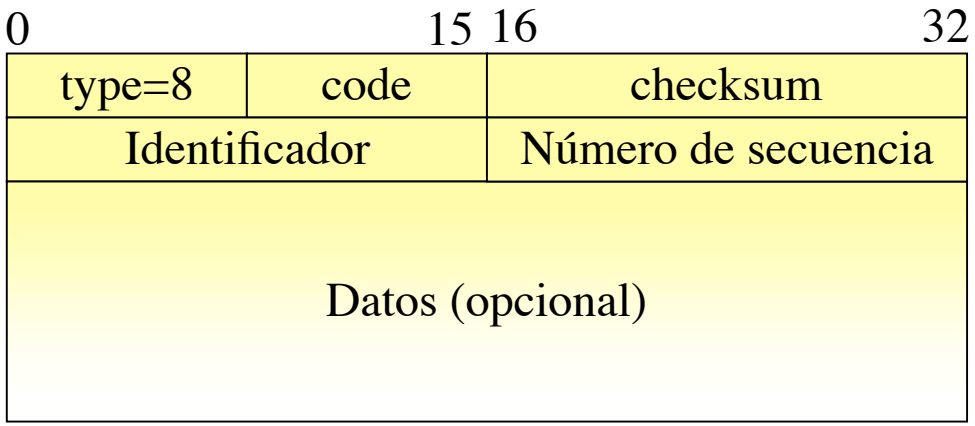
- Mensajes de Error:
  - Destino inalcanzable
  - *Redirect*
  - Tiempo excedido
  - *Source Quench*
  - Problema de parámetros
- Mensajes de pregunta (*query*):
  - Echo
  - *Router Advertisement*
  - *Timestamp*
  - Información
  - *Address Mask*

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*

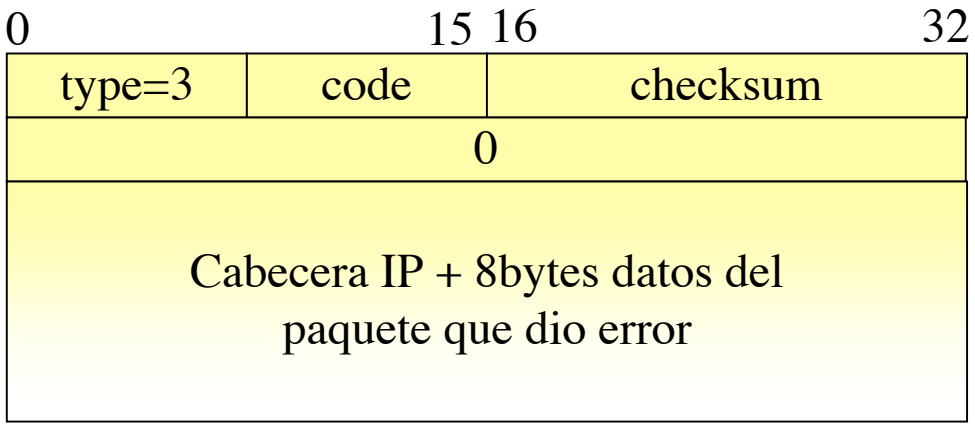
Mensajes ICMP

- 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)



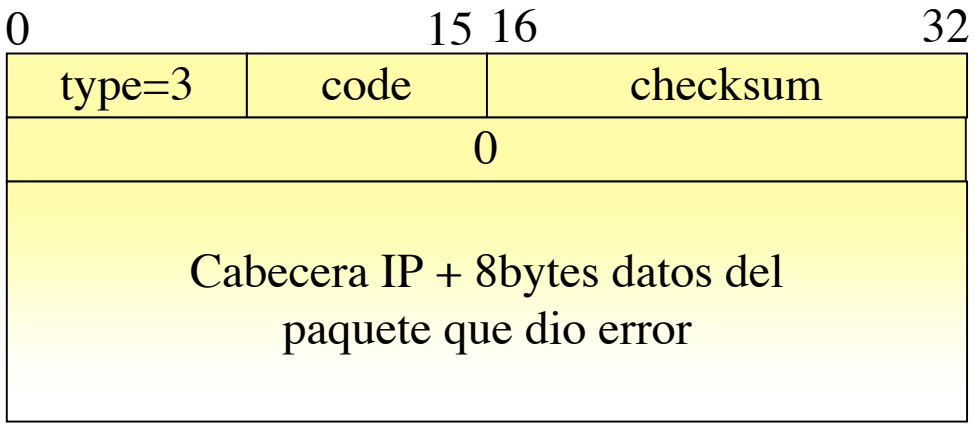
Mensajes ICMP

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



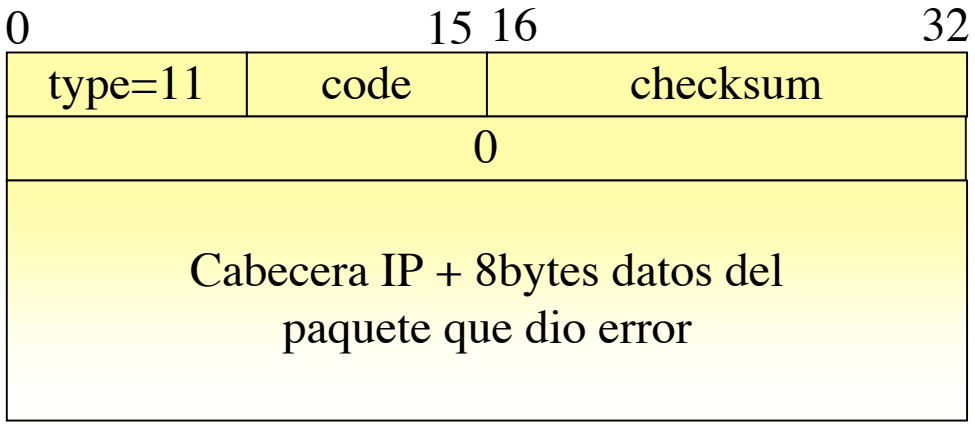
Mensajes ICMP
(Destino inalcanzable)

- 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)

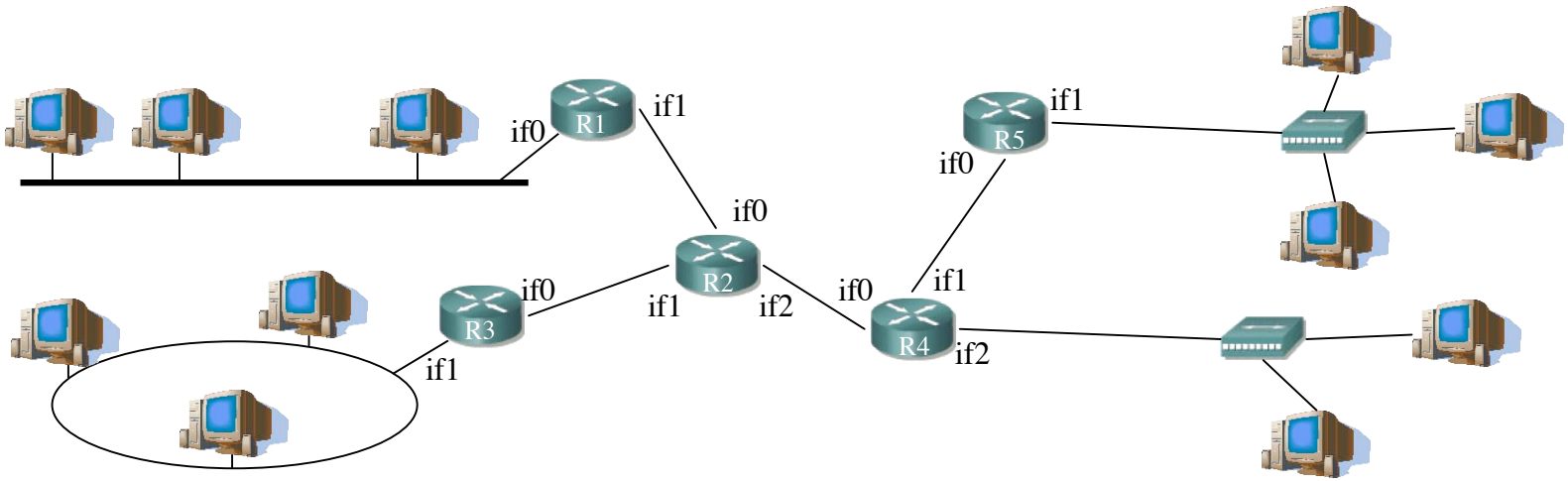


Contenido

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

Traceroute

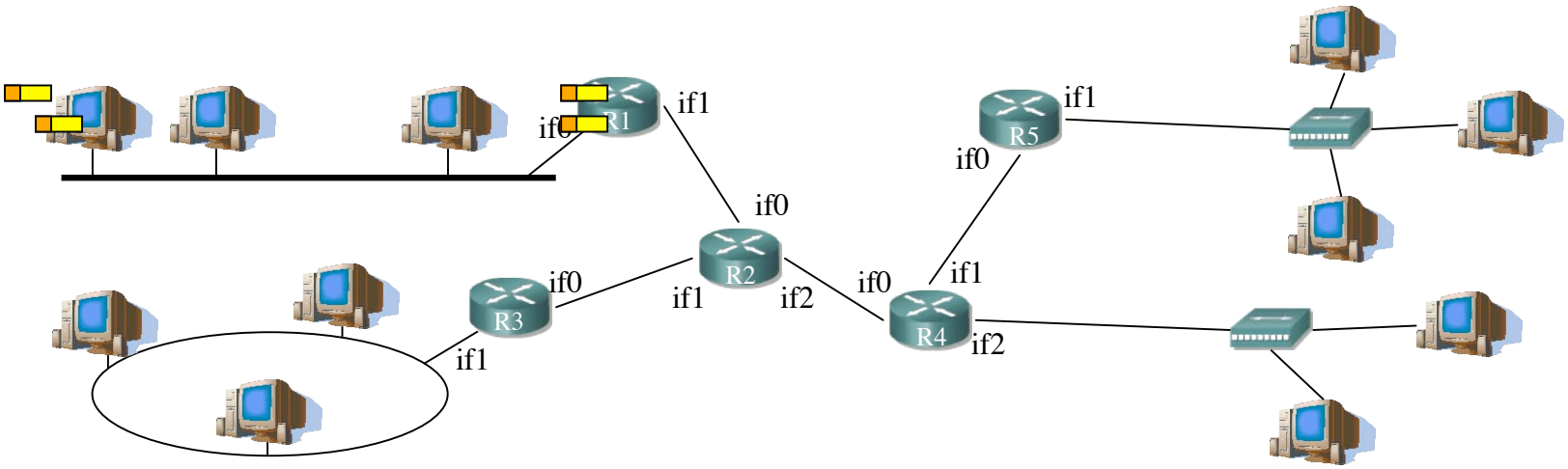
- Permite averiguar *el camino* entre dos hosts
- Suponiendo que el camino se mantiene entre diferentes paquetes
- Requiere que el destino final soporte UDP
- Requiere que se generen ciertos mensajes ICMP
- *Implemented by **Van Jacobson** from a suggestion by Steve Deering. Debugged by a cast of thousands 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 decrementa 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 (… …)

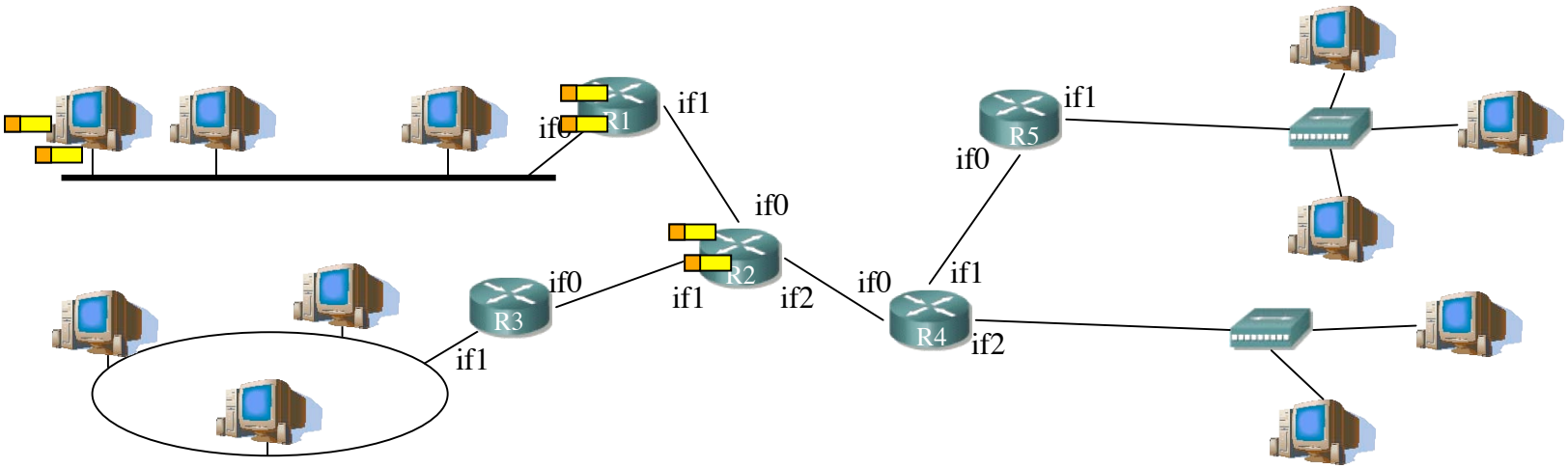
TTL	IP
1	$IPR1_{if0}$



Traceroute

- El host inicial envía un datagrama UDP (…)
  - Dirigido al host final
  - Con TTL = 2
- El primer router decrementa el TTL a 1 y lo reenvía (…)
- El segundo router decrementa 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 (…)

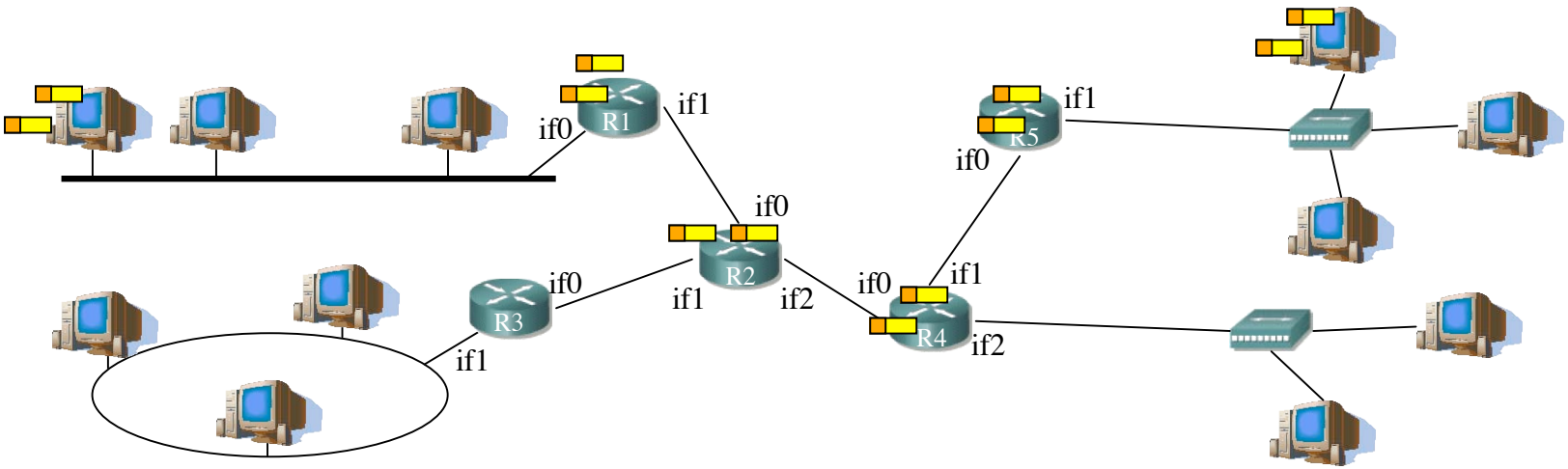
TTL	IP
1	$IPR1_{if0}$
2	$IPR2_{if0}$



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 (… …)*

TTL	IP
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  hstnng-atlang.abilene.ucaid.edu (198.32.8.33)  177.182 ms  177.144 ms  177.201 ms
14  losang-hstnng.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 o ethereal

¿ Qué entra en el examen ?

- ¿ Por qué hace falta fragmentación en IP ?
- ¿ Cómo se lleva a cabo ?
- ¿ Qué coste tiene ?
- ¿ Quién reensambla ?
- ¿ Cómo se notifican errores del nivel de red ?
- ¿ Cómo funciona un traceroute ?

Próximas clases

Problemas

Nivel de Transporte: UDP

- Lecturas:
  - [Kurose05] 3.3

TCP: Características. Establecimiento y finalización de conexiones

- Lecturas:
  - [Kurose05] 3.5.1, 3.5.2, 3.5.6