

upna UNIVERSIDAD PÙBLICA DE NAVARRA
 ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS
 Área de Ingeniería Telemática

Fragmentación y Reensamblado en IP ICMP

Área de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

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

upna UNIVERSIDAD PÙBLICA DE NAVARRA
 ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS
 Área de Ingeniería Telemática

Temario

1. Introducción
2. Arquitecturas, protocolos y estándares
3. Conmutación de paquetes
4. Conmutación de circuitos
5. Tecnologías
6. Control de acceso al medio en redes de área local
7. Servicios de Internet

1/29

upna UNIVERSIDAD PÙBLICA DE NAVARRA
 ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS
 Área de Ingeniería Telemática

Temario

1. Introducción
2. Arquitecturas, protocolos y estándares
3. **Conmutación de paquetes**
 - Arquitectura de protocolos para LANs
 - Ethernet
 - Protocolos de Internet
 - Introducción histórica e Internetworking
 - Direccionamiento
 - IP en LAN. **Fragmentación e ICMP**
4. Conmutación de circuitos
5. Tecnologías
6. Control de acceso al medio en redes de área local
7. Servicios de Internet

2/29

upna

ARQUITECTURA DE REDES,
 para la Ingeniería de Telecomunicaciones

Objetivo

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

3/29

upna

ARQUITECTURA DE REDES,
 para la Ingeniería de Telecomunicaciones

Contenido

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

4/29

upna

ARQUITECTURA DE REDES,
 para la Ingeniería de Telecomunicaciones

Contenido

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

5/29

upna **Fragmentación y Reensamblado**
Necesidad

ARQUITECTURA DE REDES, 4º curso, 1º semestre, 1º cuatrimestre

- 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 (...)

Fragmentación:
in: un datagrama grande
out: n paquetes más pequeños

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

6/29

upna **Fragmentación y Reensamblado**
Codificación de la información

ARQUITECTURA DE REDES, 4º curso, 1º semestre, 1º cuatrimestre

- 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

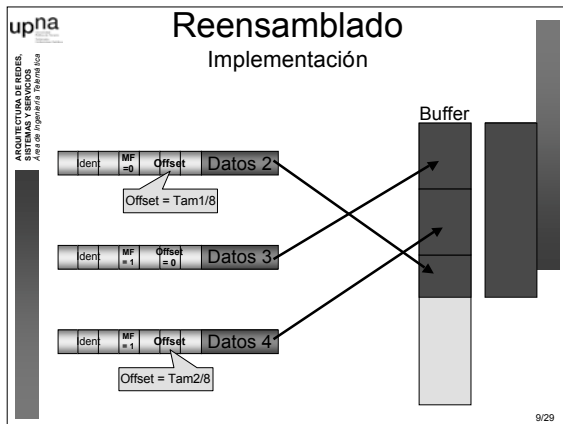
0	4	8	16	31
Version	Header Length	TOS	Longitud	
16-bit identifier		D	M	3-bit fragmentation offset
TTL	Protocolo	Header checksum		
Dirección IP origen				
Dirección IP destino				
[opciones]				
[Datos]				

7/29

upna **Fragmentación**
Implementación

ARQUITECTURA DE REDES, 4º curso, 1º semestre, 1º cuatrimestre

8/29



- upna
- ARQUITECTURA DE REDES.
 1. Introducción
 2. Capas de red
 3. Capa de transporte
 4. Capa de aplicación
- ## 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)
- 10/29

- upna
- ARQUITECTURA DE REDES.
 1. Introducción
 2. Capas de red
 3. Capa de transporte
 4. Capa de aplicación
- ## 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)
- 11/29

upna

ARQUITECTURA DE REDES, para la Ingeniería de Telecomunicación

Contenido

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

12/29

upna

ARQUITECTURA DE REDES, para la Ingeniería de Telecomunicación

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 (...):

Cabecera IP

Datos IP

13/29

upna

ARQUITECTURA DE REDES, para la Ingeniería de Telecomunicación

Características generales

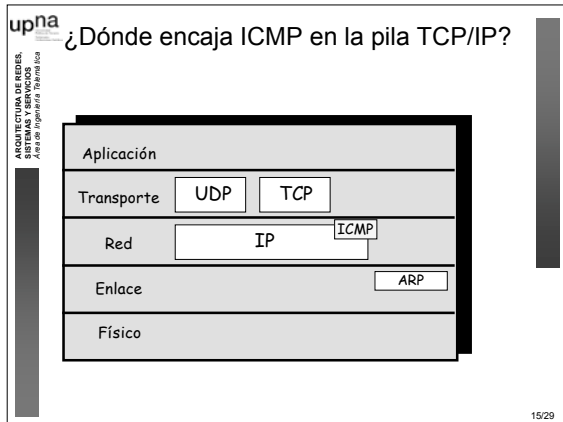
- *Internet Control Message Protocol* (RFC 792)
- Para comunicar mensajes de error y otra información del nivel de red
- Mensajes transportados dentro de datagramas IP
- El destino es la dirección del paquete IP que generó el error
- Parte del nivel IP
- Estructura general del mensaje (...):

0
15 16 32
 Cabecera IP

tipo	código	checksum
------	--------	----------

Dependiente del tipo y código

14/29



- upna
- 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*
- ARQUITECTURA DE REDES.
 upna
 Área de Operación y Mantenimiento
- 16/29

- upna
- 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
- ARQUITECTURA DE REDES.
 upna
 Área de Operación y Mantenimiento
- 17/29

upna

ARQUITECTURA DE REDES,
Alfonso Rodríguez Trujillo

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)					

18/29

upna

ARQUITECTURA DE REDES,
Alfonso Rodríguez Trujillo

Mensajes ICMP

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

0		15	16		32
type=3	code	checksum			
0					
Cabecera IP + 8bytes datos del paquete que dio error					

19/29

upna

ARQUITECTURA DE REDES,
Alfonso Rodríguez Trujillo

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

0		15	16		32
type=3	code	checksum			
0					
Cabecera IP + 8bytes datos del paquete que dio error					

20/29

upna

ARQUITECTURA DE REDES.
 Alvaro Argente, Tomás Díaz

Mensajes ICMP

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

0	15	16	32
type=11	code	checksum	
0			

Cabecera IP + 8bytes datos del paquete que dio error

21/29

upna

ARQUITECTURA DE REDES.
 Alvaro Argente, Tomás Díaz

Contenido

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

22/29

upna

ARQUITECTURA DE REDES.
 Alvaro Argente, Tomás Díaz

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. Phillip Wood, Tim Seaver, and Ken Adelman.*

23/29

upna

Traceroute

ARQUITECTURA DE REDES.
 Ingeniería de Redes y Comunicaciones
 Alvaro Rodríguez Trujillo ICA

- El host inicial envía un datagrama UDP (...)
 - Dirigido al host final
 - Con TTL = 1
- El primer router decremента 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}

24/29

upna

Traceroute

ARQUITECTURA DE REDES.
 Ingeniería de Redes y Comunicaciones
 Alvaro Rodríguez Trujillo ICA

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

25/29

upna

Traceroute

ARQUITECTURA DE REDES.
 Ingeniería de Redes y Comunicaciones
 Alvaro Rodríguez Trujillo ICA

- 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

26/29
