

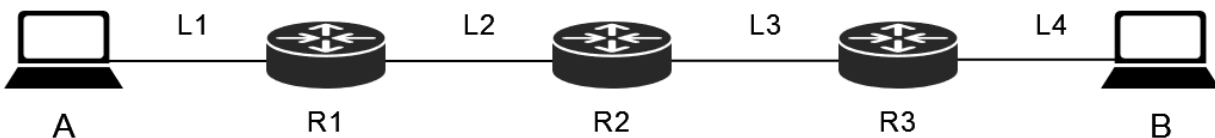
Ejercicio de Fragmentación

Este documento fue hecho por Ezequiel Mundani Vegega para el curso de Redes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. Su última modificación fue el 23 de septiembre de 2025.

En caso de encontrar algún error por favor mandame un mail a emundani@fi.uba.ar y lo corrijo. ¡Espero que te sirva!

Consigna 1

Se quiere enviar un paquete de 1600 B de payload desde **A** hasta **B** utilizando IPv4 a través de una red cuya topología se muestra a continuación. El DF inicial es 0.



	L1	L2	L3	L4
MTU (B)	2000	1000	800	2000

- 1) Llenar la siguiente tabla con todos los paquetes que lleguen al host:

Name	Payload Size	Datagram Header				
		IHL	Total Length	MF	DF	Fragment Offset

- 2) ¿Llegarían los mismos fragmentos si se quisiera enviar el mismo paquete desde **B** hacia **A**?
- 3) ¿Qué pasaría si el DF inicial fuera 1?
- 4) ¿Podría reensamblarse el paquete en el último router?
- 5) ¿Qué pasa si se pierde uno de los fragmentos?
- 6) ¿Qué pasa si llegan desordenados?

Resolución 1

1) Algunas aclaraciones:

- Name es el nombre del fragmento, no es información que viaje en el paquete. Sirve a quien resuelve el ejercicio.
- Payload Size es el payload del paquete IPv4. Tampoco es información presente en el paquete. En este contexto el header de la capa de transporte es parte de este payload. Tiene que ser divisible por 8, excepto en el último fragmento.
- IHL (Internet Header Length) es el tamaño del header IPv4. Se mide en palabras de 32 bits (múltiplos de 4 bytes). Un paquete IPv4 sin opciones tendrá un IHL igual a 5.
- Total Length es el tamaño del paquete medido en bytes.
- MF (More Fragments) indica si quedan más fragmentos luego de este. El último fragmento valdrá 0.
- DF (Don't Fragment) indica si este paquete no debe ser fragmentado. Si un paquete con DF seteado es mayor al MTU, el router lo descarta y envía un mensaje de error al host (utilizando ICMP).
- Fragment Offset es la posición del payload de este paquete respecto al payload total. Se mide en palabras de 64 bits (múltiplos de 8 bytes). Como se mide en múltiplos de 8 bytes es que el Payload Size tiene que ser divisible por 8 (excepto en el último paquete).
- El ID de cada fragmento será igual al del paquete original.

Fragmentos a través de L1:

Como el MTU es mayor al payload más el header, no es necesario fragmentar.

Name	Payload Size	Datagram Header				
		IHL	Total Length	MF	DF	Fragment Offset
0	1600	5	1620	0	0	0

Fragmentos a través de L2:

El tamaño del payload sumado al header es mayor que el MTU, entonces hay que fragmentar el paquete en el host A. Como el MTU es 1000 B y el header de IPv4 tiene 20 B, intentamos crear un paquete con 980 B de payload.

Para saber si vamos a poder asignar correctamente el Fragment Offset verificamos si 980 B es divisible por 8, vemos que no lo es. Por lo tanto elegimos el mayor número menor a 980 que sea divisible por 8: 976.

Como no se envía con opciones, el tamaño del header es 20 B, entonces IHL 5.

Como el primer fragmento no es el último, seteamos MF. El Fragment Offset del primer fragmento es 0, y el Total Length será $976 + 20$.

Para el fragmento 2, el payload no enviado (1600 B - 976 B) con el header pueden ser enviados en un solo paquete. Se llenan los diferentes campos y el Fragment Offset será el Payload Size del anterior medido en múltiplos de 8 B (básicamente dividir el Payload Size anterior por 8), queda 122.

Name	Payload Size	Datagram Header				
		IHL	Total Length	MF	DF	Fragment Offset
1	976	5	996	1	0	0
2	624	5	644	0	0	122

Fragmentos a través de L3:

El fragmento 1 es menor al MTU de L2, hay que volver a fragmentarlo.

Name	Payload Size	Datagram Header				
		IHL	Total Length	MF	DF	Fragment Offset
1.1	776	5	796	1	0	0
1.2	200	5	220	1	0	97
2	624	5	644	0	0	122

Fragmentos a través de L4:

Ningún fragmento es menor al MTU, no hay que volver a fragmentar. Estos son los que llegan a **B**.

Name	Payload Size	Datagram Header				
		IHL	Total Length	MF	DF	Fragment Offset
1.1	776	5	796	1	0	0
1.2	200	5	220	1	0	97
2	624	5	644	0	0	122

2) ¿Llegarían los mismos fragmentos si se quisiera enviar el mismo paquete desde **B** hacia **A**?

No, debido a la asimetría de la topología y el paquete que se quiere enviar. En R3 se crearían 2 fragmentos. En R2 y R1 no habría necesidad de fragmentar. Por lo tanto, llegarían solo 2 fragmentos.

3) ¿Qué pasaría si el DF inicial fuera 1?

El paquete es enviado pero en R1 al necesitar fragmentar el paquete es descartado y se envía un mensaje "Fragmentation Needed" utilizando ICMP al host.

4) ¿Podría reensamblarse el paquete en el último router?

No, el reensamblado ocurre en el host destino.

5) ¿Qué pasa si se pierde uno de los fragmentos?

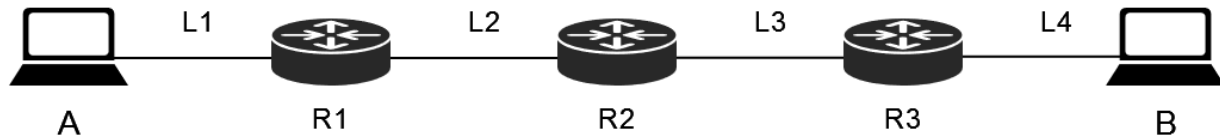
En el host destino se establece un timeout cuando llega el primer fragmento de un paquete. Una vez que se agota dicho timeout se descartan todos los fragmentos de ese ID recibidos. Desde la capa de transporte esta situación es equivalente a la pérdida del paquete entero y dependerá de la capa de transporte si ocurre un reenvío.

6) ¿Qué pasa si llegan desordenados?

El host destino almacena en un buffer los fragmentos que van llegando y luego los reordena a partir de su Fragment Offset.

Consigna 2

Se quiere enviar un paquete de 2000 B de payload desde **A** hasta **B** utilizando IPv4 a través de una red cuya topología se muestra a continuación. El DF inicial es 0.



	L1	L2	L3	L4
MTU (B)	1700	600	598	560

Llenar la siguiente tabla con todos los paquetes que lleguen al host:

Name	Payload Size	Datagram Header				
		IHL	Total Length	MF	DF	Fragment Offset

Resolución 2

Fragmentos a través de L1:

Fragment Name	Payload Size	Datagram Header				
		IHL	Total Length	MF	DF	Fragment Offset
1	1680	5	1700	1	0	0
2	320	5	340	0	0	210

Fragmentos a través de L2:

Fragment Name	Payload Size	Datagram Header				
		IHL	Total Length	MF	DF	Fragment Offset
1.1	576	5	596	1	0	0
1.2	576	5	596	1	0	72
1.3	528	5	548	1	0	144
2	320	5	340	0	0	210

Fragmentos a través de L3:

No es necesario fragmentar.

Fragmentos a través de L4:

Estos son los fragmentos que llegarán al host **B**.

Fragment Name	Payload Size	Datagram Header				
		IHL	Total Length	MF	DF	Fragment Offset
1.1.1	536	5	556	1	0	0
1.1.2	40	5	60	1	0	67
1.2.1	536	5	556	1	0	72
1.2.2	40	5	60	1	0	139
1.3	528	5	548	1	0	144
2	320	5	340	0	0	210