

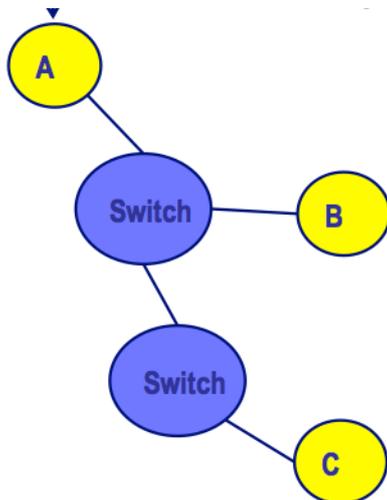
## **BOLETÍN DE EJERCICIOS DEL TEMA 01**

*Realiza estos ejercicios en casa. Todos los ejercicios están relacionados con los conceptos vistos en el tema 01. Si encuentras dificultad en solucionar algún ejercicio o tienes dudas sobre si su solución es correcta debes repasar los conceptos relacionados de la sección. Para ello usa sus apuntes, las transparencias de clase y el libro de referenica (Kurose, capítulo 1). Si sus dudas persisten, no lo dudes y pide una tutoría con tu profesor lo antes posible.*

### **SECCIÓN 1.2**

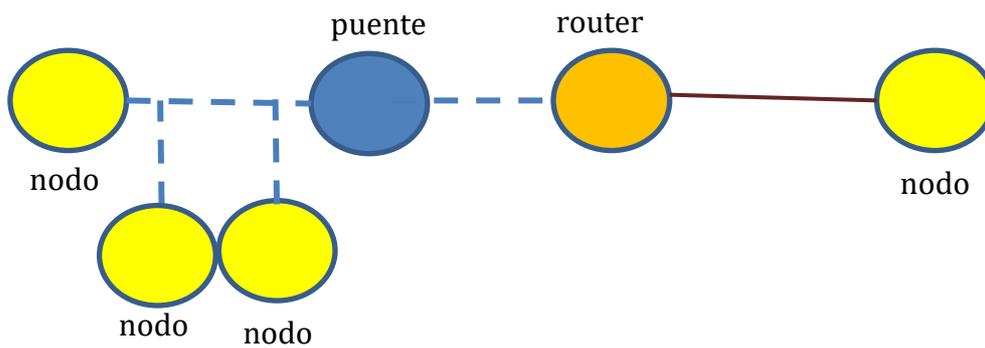
1. Dibuje un diagrama de una inter-red donde se utilicen todos los tipos de interconexión vistos en la Sección 1.2 (i.e. enlace punto a punto, enlace de acceso múltiple, puente transparente y encaminador). Por ejemplo, investigue el acceso ADSL que tiene instalado en casa.

2. Examine la red de la figura. Todos los enlaces son punto-a-punto y el protocolo de las NICs no añade ninguna cabecera. Calcule cuánto tiempo pasa desde que la NIC del nodo A comienza a transmitir el primer bit de un paquete de 1.000bytes hasta que el paquete es recibido completamente en el nodo C. Suponga que todas las NICs tienen un régimen binario de 10.000 bit/seg. Desprecie el tiempo de propagación y suponga que el tiempo de procesamiento dentro de los puentes es de 1ms.



3. Repita el ejercicio 2 considerando ahora que los nodos ejecutan una aplicación que envía un mensaje de 100 bytes y las NICs ejecutan un protocolo que al encapsular el mensaje de la aplicación inserta una cabecera de 20 bytes. Considere también que el enlace entre ambos puentes tiene un régimen binario de  $10^6$  bit/seg mientras que el resto de enlaces tienen  $10^4$  bit/seg.

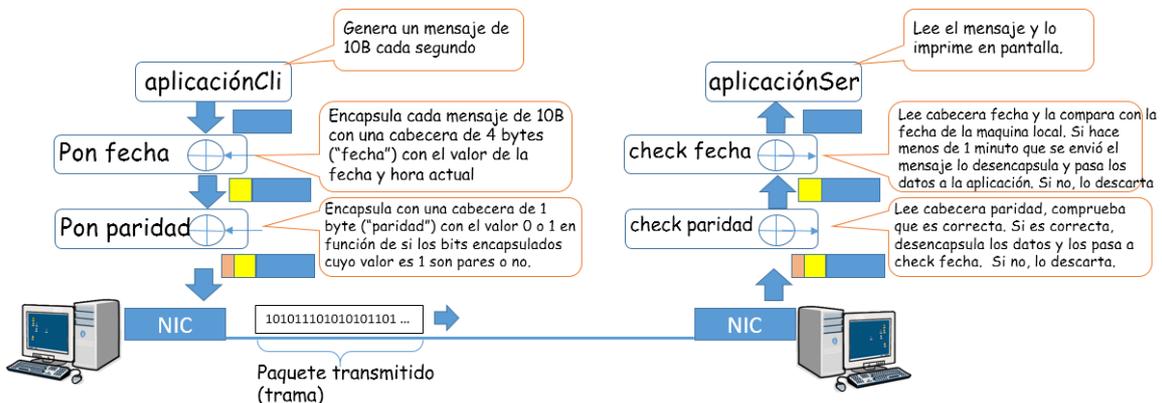
4. Imagínese el esquema de red de la siguiente figura. Sobre dicho esquema, los enlaces de rayas tienen régimen binario de  $10^4$  bit/seg y una cabecera de 10B, y el enlace punto a punto de línea sólida tiene un régimen binario de  $10^3$  bits/seg y una cabecera de 2b.



Piense y responda a las siguientes preguntas:

- ¿Qué NICs utilizarán direcciones físicas en su protocolo obligatoriamente? Escriba sobre la figura un dirección física (p.ej. mac i) en cada NIC que la necesite según su respuesta.
- ¿cuántas redes están interconectadas en la inter-red? Escriba sobre la figura direcciones de inter-red sobre los nodos
- Si las aplicaciones escriben usan directamente el servicio de inter-red (que usa una cabecera de 20 bytes), y una aplicación escribe un mensaje de 40 bytes, ¿cuántos bytes serán transmitidos por el enlace a rayas? ¿y por el enlace entre el router y el nodo?
- ¿Cuánto tardará en llegar dicho mensaje entre los dos nodos en los extremos de la figura? (considere sólo el retardo de transmisión).

**5: Encapsulación /modelo de capas.** Imagínese el siguiente esquema de encapsulación en una aplicación distribuida.



Responda a las siguientes preguntas.

- ¿Cuántos bytes se transmiten por el enlace cada vez que la aplicación cliente genera un nuevo mensaje?. ¿Qué porcentaje de dichos bytes representan los datos de la aplicación incluidos en cada paquete?
- Si el régimen binario de las NIC es 240 bit/seg, ¿cuánto tiempo esta ociosa la NIC por cada segundo? (a eso, expresado en porcentaje, se le llama ocupación).
- Si va todo bien, ¿cuántos bytes habrá imprimido por pantalla la aplicación en un minuto?, (a eso, expresado en bytes/seg o bit/seg, se le llama throughput o caudal entre procesos de aplicación) y durante ese mismo

minuto, ¿cuántos bytes habrá recibido la NIC que recibe los paquetes? (a eso, expresado en bit/seg o bytes/seg, se le llama throughput o caudal en el enlace).

- d) ¿qué condiciones se tienen que dar para que la aplicación (lado servidor) pueda imprimir en la pantalla un mensaje que ha enviado el cliente?
- e) Describa el servicio prestado por el protocolo fecha y por el protocolo paridad.

### SECCIÓN 1.3

6. Indique la capa (o capas) del modelo OSI a la(s) que podrían pertenecer las siguientes tareas o servicios.

Tarea / Servicio	Nivel OSI
Identificación física de las NICs	
Envío no fiable de datos entre dos NICs conectadas directamente	
Comprobación de errores en el sistema final (equipo final) de una red.	
Definición del mejor camino entre nodos dentro de una red	
Retransmitir un paquete que se ha transmitido por un enlace si no llega una confirmación de recepción después de un tiempo de espera máximo	
Reenviar el paquete para que llegue a su destino	
Comprimir/descomprimir los datos	
Cifrar /Descifrar los datos	
Transmisión y recepción de señales eléctricas a través de un medio físico de comunicación	
Controlar el flujo entre sistemas finales	
Controlar el flujo entre dos NICs conectadas directamente	
Identificar a los nodos de una inter-red	
Transferencia de ficheros entre usuarios	
Servicio de correo electrónico	

7. Describa cómo serían los conceptos de Servicio, Protocolo, tipo de servicio (confirmado/no), punto de acceso al servicio, primitivas del servicio, unidad de datos del interface, unidad de datos del protocolo, en el caso del servicio de envío de cartas ofrecido por correos.

8. Defina un protocolo con un diagrama de máquina de estados. El servicio ofrecido por su protocolo es la recepción de paquetes por parte de una NIC. La entidad del extremo receptor del protocolo, al recibir un paquete, examina la cabecera y lee un campo llamado TTL (tiempo de vida o *time to live*). Si el valor de TTL es 1 entonces descarta el paquete y genera un nuevo paquete con un asentimiento negativo (“paquete NACK”) que envía al emisor el enlace. Además, queda bloqueado a la espera de recibir el mismo paquete pero con valor de TTL

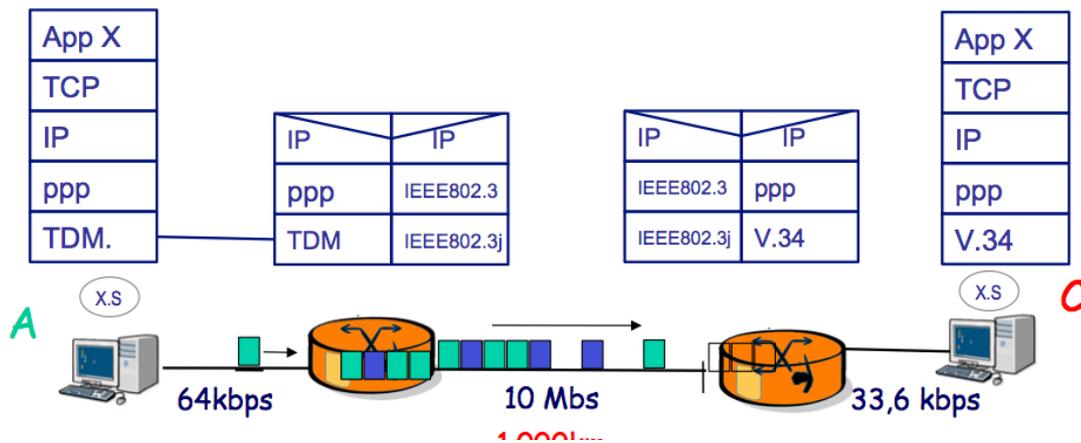
> 1. Si durante el tiempo que permanece bloqueado llega un nuevo paquete se descarta si no es el paquete que se espera.

9. En un sistema OSI donde no se produzca concatenación y fragmentación entre niveles adyacentes, podríamos afirmar que la N-1 PDU estará compuesta por: (indicar cuál es cierto)

- a. la N PCI + N SDU
- b. la N-1 PCI + N PDU
- c. la N-1 SDU + N-1 PDU
- d. la N-1 PCI + N SDU

10. Dibuje las N-PDUs (indicando el tamaño de la N-SDU en cada caso y sabiendo que N-PCI tiene un tamaño de 20bytes) resultantes de (a) un proceso de concatenación de dos N+1 PDUs de tamaño 500bytes ; (b) un proceso de fragmentación de una N+1 PDU de 600 bytes en dos fragmentos de igual tamaño.

11. En el escenario de la figura, dibujar las tramas que se transmitirían por cada enlace. Para cada trama indique en el dibujo todas las cabeceras encapsuladas y una con una flecha la entidad del protocolo que escribe cada cabecera que viaja en la trama así como la entidad del protocolo que lee dicha cabecera.



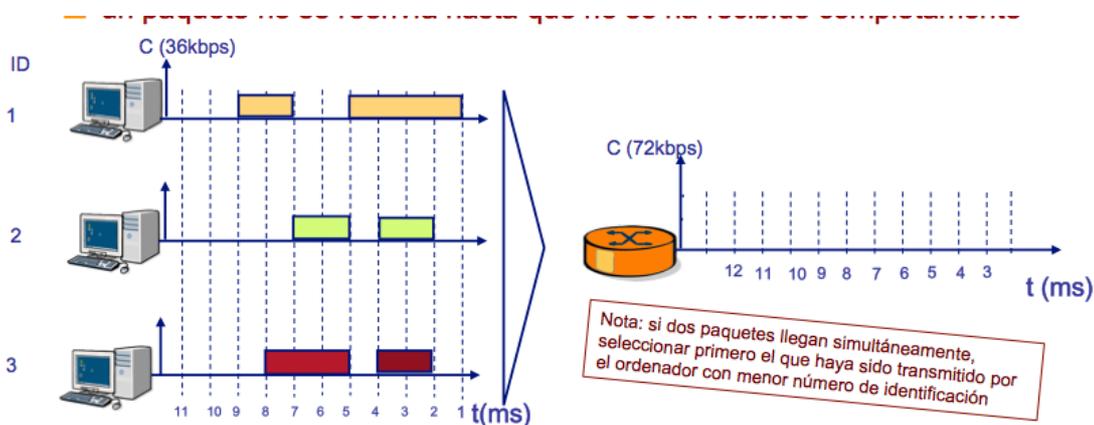
12. Dibuje la arquitectura de protocolos en la red del escenario de la figura sabiendo que en el equipo A se ejecuta un cliente DNS (que usa el protocolo de transporte UDP) y en el equipo B se ejecuta un servidor DNS. Indique con una flecha que apunte hacia abajo cada vez que se produce un proceso de encapsulación entre dos entidades del protocolo y con una flecha hacia arriba cada vez que se produce un proceso de desencapsulación. Suponga Ethernet como protocolo de enlace en las NICs de los equipos finales.



13. Investigar en Internet y encontrar el identificador y la fecha de la norma (RFC) más actual que define los protocolos IP, TCP, DNS, ICMP.

### SECCIÓN 1.4

14. En la figura siguiente se puede observar un router con 4 enlaces cuyo régimen binario se indica en la figura. El tráfico que llega por los enlaces 1-3 (de régimen binario 36kbps) es reenviado por el enlace 4 (de régimen binario 72kbps).



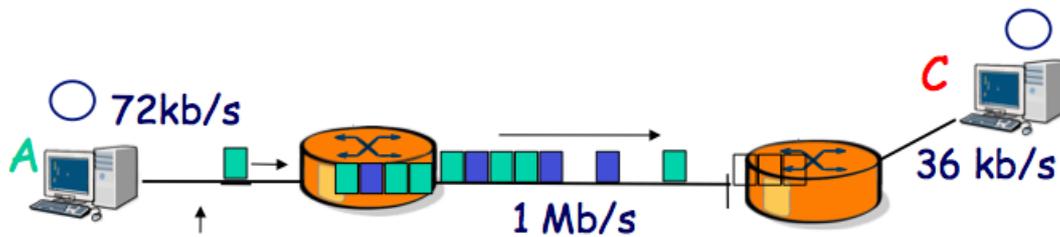
Suponga que el tráfico que generan las NICs es periódico (se repite cada 10 intervalos de tiempo) y que el router no puede procesar un paquete hasta que haya recibido su último bit.

Responder a las siguientes preguntas:

- ¿Qué porcentaje de tiempo estará el router usando su enlace 4 (salida)?
- ¿qué caudal atraviesa el router a través de su enlace 4?
- ¿qué tamaño debería tener el buffer interno del router para evitar que haya pérdidas?
- Si el router no tuviese un buffer interno, ¿qué caudal habría atravesado el router a través de su enlace 4?
- ¿cuál es el tiempo medio de espera en cola en el router?

15. Cambie el tráfico que generan las NICs en el ejercicio anterior a su antojo. Vuelva a realizar el ejercicio con ese nuevo patrón de tráfico.

16. Se está ejecutando una aplicación distribuida en los equipos A y C interconectados a través de la inter-red de la figura. El proceso de aplicación que se ejecuta en el equipo A genera periódicamente mensajes de tamaño 1.024 bytes (1KiB) que deben ser leídos por el proceso que se ejecuta en el equipo C.



Teniendo en cuenta el escenario de la figura (enlaces y su régimen binario) y suponiendo que:

- El protocolo de inter-red añade una cabecera de 20 bytes. (no existe protocolo de transporte)
- Todas las NICs ejecutan el mismo protocolo de nivel de enlace (aunque tengan capa física diferente) cuya cabecera tiene 20bytes y MTU 1.500 bytes.
- No hay pérdidas en ningún router.

Se pide calcular

- (a) ¿cuál será el máximo throughput (caudal de datos) que podría transferirse entre ambos procesos de aplicación?
- (b) ¿cuál será el tiempo mínimo entre la transmisión de tramas consecutivas por parte de la NIC del equipo A?

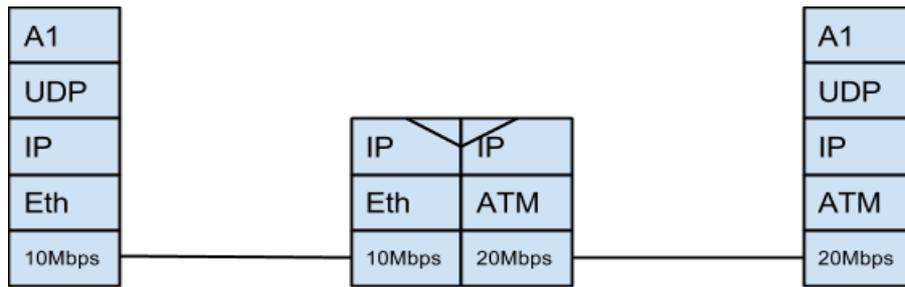
**17.** En el escenario de la figura anterior, cambie el régimen binario del enlace que une al equipo C con su router por 10Mb/s. Teniendo en cuenta el resto de datos del ejercicio anterior, ¿cuánto tardaría la aplicación de C en recibir por completo el primer mensaje que le envía la aplicación A desde el instante en que A comienza a mandar su primer bit?. Tenga en cuenta lo siguiente:

- el tiempo de procesamiento dentro de los equipos A y C es 0
- el tiempo de propagación en el enlace que une los dos routers es 10us.
- el tiempo de procesamiento en cada router es 1us.
- el tiempo de espera en cola al atravesar el router que conecta al equipo A es 1us y el tiempo de espera en cola para atravesar el otro router es 10us.

## EJERCICIOS RESUELTOS DE EXÁMENES ANTERIORES

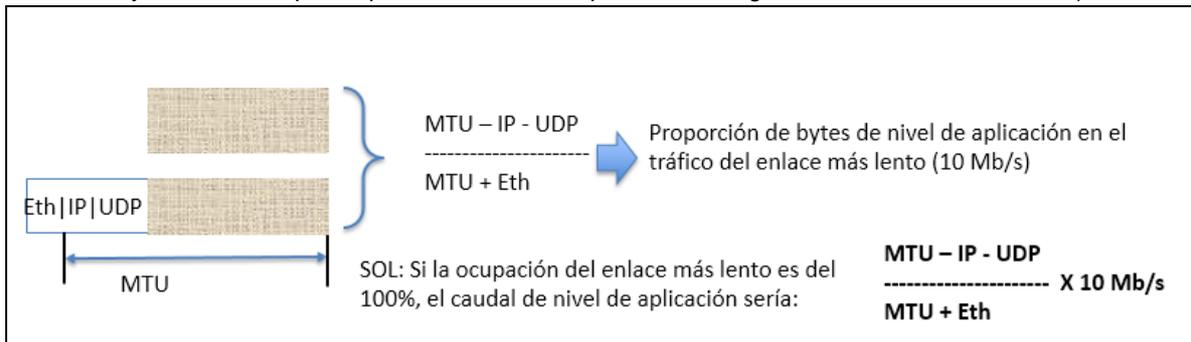
(SEPTIEMBRE 2017)

1. Mire la arquitectura de protocolos indicada en la figura. Suponiendo que la MTU del enlace Eth es 1.500 bytes y 4.428 bytes en el enlace ATM responder:



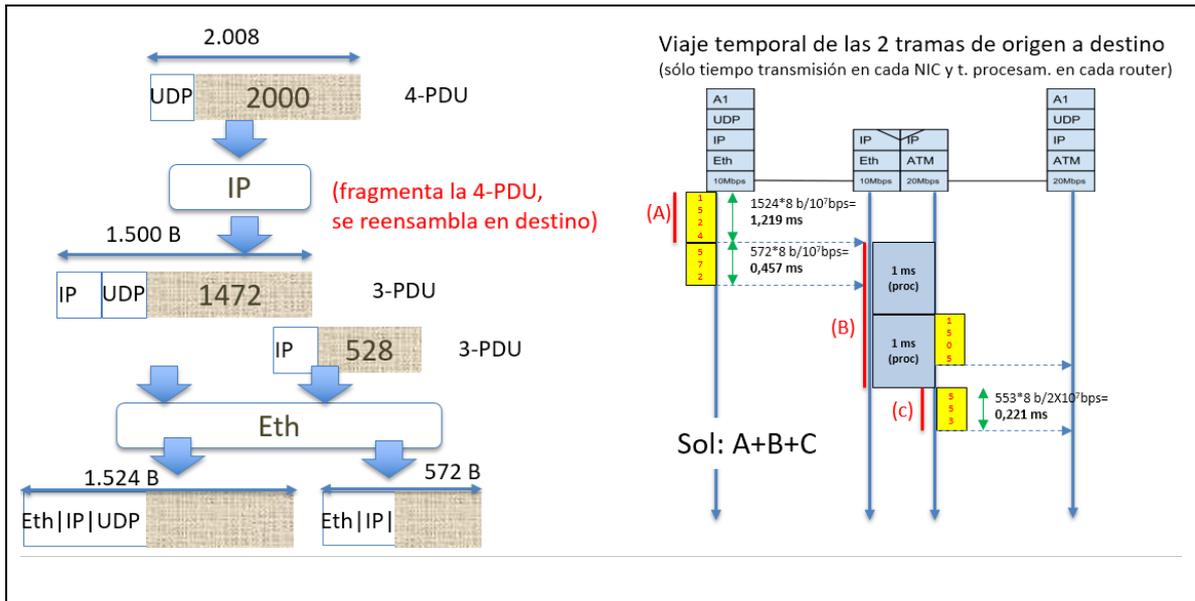
**Responder en el recuadro:**

- a. ¿Cuál es el máximo caudal potencialmente posible entre procesos de aplicación A1? (explicar su razonamiento – considere que la cabecera UDP tiene 8 bytes y la de IP tiene 20 bytes – también puede poner el nombre del protocolo en lugar de su tamaño de cabecera)



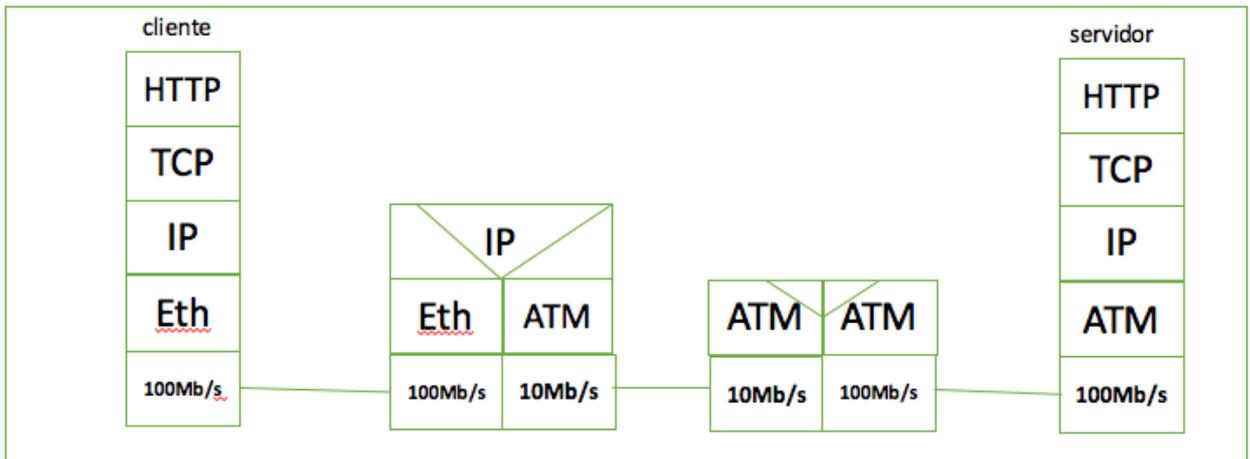
- b. ¿cuánto tardaría desde que el cliente A1 (lado izquierdo en la figura) envía el primer bit de un mensaje de 2.000 bytes hasta que el servidor recibe por completo dicho mensaje? (considere sólo el retardo de transmisión en cada enlace y un tiempo de procesamiento de 1ms en el router) (puede dejar su cálculo indicado, considere que la cabecera del protocolo ATM tiene 5 bytes y la de Ethernet 24B. Considere también que el protocolo IP del equipo origen fragmenta la 4-PDU generando dos 3-PDUs. También puede dibujar un esquema de la evolución temporal de las transmisiones que le ayude en sus cálculos)

Es necesario considerar el proceso de fragmentación en origen que da lugar a dos tramas. En el viaje de los paquetes es necesario considerar que, dado que suponemos que el router sólo tiene un procesador, el segundo paquete no puede ser procesado hasta que se haya procesado el primero. También es necesario considerar que un paquete no puede ser procesado hasta que no ha llegado por completo a una NIC (i.e. hasta que no se ha recibido el último bit del paquete)



(FEBRERO 2017)

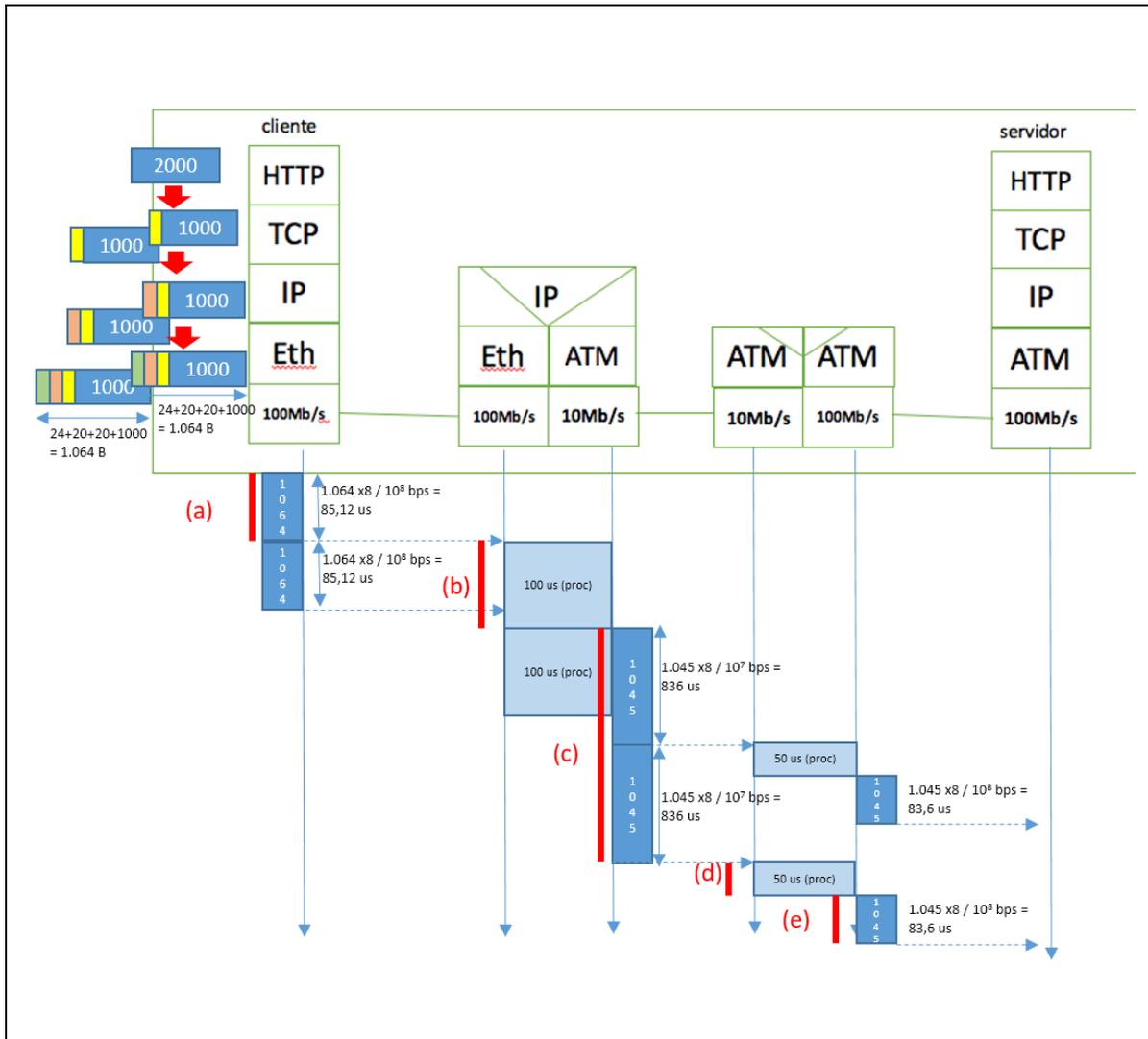
En la siguiente figura se representa una arquitectura de red. En nuestro caso ya se ha establecido una conexión entre el cliente y el servidor web, y el cliente desea enviar un mensaje de aplicación de tamaño 2.000 bytes al servidor.



**Se pide:**

- (1) Calcular cuánto tiempo tardaría dicho mensaje en llegar completo al servidor. Esto es, desde que comienza a enviarse el primer bit de la primera trama hasta que se recibe por completo el último bit de la última trama. Para ello suponga que el tamaño de las cabeceras Eth y ATM es de 24 bytes y 5 bytes respectivamente. Suponga también que el protocolo TCP (cabecera 20 bytes) fragmenta el mensaje HTTP en origen en bloques de 1.000 bytes y que los datagramas generados no son fragmentados en ningún equipo. Finalmente considere en sus cálculos sólo los retardos de procesamiento (100 us en el router y 50 us en el conmutador). Puede dejar indicado el tamaño de las cabeceras en sus cálculos (p.ej. escribir ATM en lugar de 5 bytes). Dibuje en el siguiente recuadro un esquema en el que apoyar sus cálculos.

**Figura:**



**Cálculos:**

**Solución = (a) + (b) + (c) + (d) + (e)**

(Dic 2015)

### CUESTIONES

Conteste al final de las cuestiones, en la tabla de respuestas. **1 mal resta 1/3 bien.**

1. Imagínese un router ADSL que consta de: un pequeño conmutador Ethernet con 4 puertos, un puerto ADSL para la conexión con el router del ISP que le proporciona acceso a Internet. ¿Cuántas formas diferentes de interconexión puede identificar en este escenario si todos los puertos de su router están en uso?

(a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4

2. Un paquete de 1.000 bytes es transmitido por un enlace punto a punto. La NIC del extremo origen tiene un régimen binario de 16.000 bit/seg y el enlace tiene una longitud de 1.000 km. ¿Cuánto tiempo transcurre desde que el origen transmite el último bit del paquete hasta que el paquete es recibido por completo en la NIC destino? (considere  $2 \times 10^5$  km/seg la velocidad de propagación en el enlace).
- (a) 505ms (b) 500ms (c) 5ms **(d) ninguna de las otras.**
3. A un router con 3 puertos (NIC1, NIC2, NIC3) llega tráfico por los puertos NIC1 y NIC2 que es reenviado por el puerto NIC3 (i.e. el puerto NIC3 multiplexa todo el tráfico entrante por los puertos NIC1 y NIC2). Si por el puerto NIC1 llegan 10 paquetes cada segundo de 200 bytes cada uno, y por el puerto NIC2 llegan cada 10ms, 20 paquetes de 50bytes cada uno. ¿Qué caudal sostenido atravesará el puerto NIC3 si no hay pérdidas?
- (a) 2.000 bit/seg (b) 80 kbit/seg (c) 102 Kbit/seg **(d) ninguna de las otras**
4. En un sistema OSI donde no se produzca concatenación ni fragmentación entre capas adyacentes, podemos afirmar que la 3-PDU estará compuesta por:
- a. La 3-SDU + 4-PDU  
**b. La 3-PCI + 4-PCI + 4-SDU**  
 c. La 3-PCI + 4-PDU + 4-SDU  
 d. Ninguna de las otras
5. Según el modelo OSI, las primitivas de un servicio no confirmado (por orden cronológico) son :
- a. indicación, respuesta  
 b. indicación, notificación, respuesta, confirmación  
 c. petición, indicación, respuesta, confirmación  
**d. ninguna de las anteriores es correcta.**
6. Una aplicación genera mensajes de 200 bytes cada  $t$  segundos . La aplicación se ejecuta en un ordenador que tiene una tarjeta de red con un régimen binario de 880 bit/seg y una MTU de 1.000 bytes. Si la torre de protocolos de dicho ordenador nos indicase que la capa de aplicación usa directamente el servicio de enlace (o sea, que no existe ningún protocolo intermedio entre la aplicación y el enlace), y el protocolo de enlace (que usa cabeceras de 10 bytes) tuviese la capacidad de fragmentar. ¿Cuál será el valor de  $t$  máximo para no saturar al enlace?.
- a. **ninguna de las otras** ; (b) 500ms; (c) 312,5ms ; (d) 2,0 s