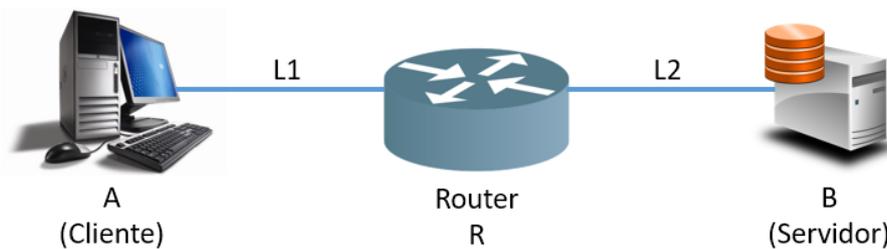


La imagen adjunta representa dos *sistemas finales* A (cliente) y B (servidor de base de datos) conectados en una Red de Campus Universitario a través de un *router* R y dos enlaces (L1 y L2). La aplicación cliente en A envía actualizaciones de la base de datos a B. Por su parte, cuando la aplicación servidora en B recibe por completo y correctamente una actualización de tamaño 2920 octetos de datos, envía un mensaje de asentimiento de longitud 1440 bytes al sistema final A para indicarle que la ha recibido correctamente (ambos tamaños indicados corresponden al tamaño del mensaje en la capa de aplicación).



El *router* R trabaja en modo almacenamiento y reenvío y posee la capacidad de desarrollar la operación de bloqueo para garantizar el máximo aprovechamiento de las MTU de los dos enlaces implicados.

La longitud del enlace L1 es de 500 metros y la del enlace L2 es 1000 metros.

Considérense despreciables los retardos no indicados directa o indirectamente.

Las capas de la lógica de comunicaciones implicadas en la comunicación entre ambos *sistemas finales* poseen las siguientes características:

- **Capa física:** velocidad de 100 Mbps en los dos enlaces. La velocidad de propagación de la señal para los dos enlaces es de  $2,5 \cdot 10^8$  m/s.
- **Capa de enlace:**
  - o Cabecera de 14 octetos más 4 octetos de cola para verificación de errores.
  - o MTU de 1500 octetos en el enlace L1 y 760 octetos en el enlace L2.
- **Capa de red IP:**
  - o Cabecera de 20 octetos.
  - o SDU máxima de 65535 octetos.
- **Capa de transporte TCP:**
  - o Cabecera de 20 octetos.
  - o La SDU se adapta a los límites del tamaño impuestos por las capas inferiores.

Se pide:

- a) Represente gráficamente la estructura de las PDUs que se procesan en cada una de las capas de la lógica de comunicaciones del sistema final A, para enviar una actualización a B, indicando el tamaño de las SDUs y PDUs y la longitud de la cabecera (y cola en su caso) de cada tipo de PDU.

- b) Represente gráficamente la estructura de las PDUs que procesa el router R en cada una de las capas de su interfaz de salida, para procesar los datagramas IP que portan la actualización de A a B, indicando el tamaño de las SDUs y PDU y la longitud de la cabecera (y cola en su caso) de cada tipo de PDU.
- c) Complete un diagrama de tiempos con la evolución del envío de las tramas de todo el proceso de comunicación entre A y B y calcule el tiempo (expresado en  $\mu\text{s}$ ) transcurrido en A desde que sale el primer bit de la primera trama de la actualización hasta que llega el último bit de la trama de asentimiento procedente de B. Refleje los tiempos de los diferentes retardos en el diagrama.
- d) Calcule la eficiencia en la capa de transporte ( $E_{C4}$ ) que se obtiene en el enlace entre el *router* R y el sistema final B, si se ha detectado una tasa de error de bit (BER) de  $10^{-5}$ , bajo las siguientes condiciones:
- La probabilidad de que una trama de longitud "x" no resulte errónea al transmitirse por un enlace con tasa de error de bit (BER) es de  $P_{\text{NET}} = (1-\text{BER})^x$ .
  - No considere en este apartado el mensaje de asentimiento que envía B.
- e) Calcule el caudal que se obtiene durante una actualización, considerando que la comunicación se da por finalizada cuando A recibe el último bit de la confirmación de B.