

**EXAMEN DE TELEMÁTICA**  
**Titulación Ing. Telecomunicación**  
**8 de septiembre de 2008**

<b>APELLIDOS</b> _____	NO RELLENAR ESTE ESPACIO
<b>NOMBRE</b> _____	
<b>DNI</b> _____ - _____	

**NOTA:** Este parte del examen consta de 11 cuestiones tipo test y 2 problemas. La duración del examen es de 2 horas y media. Cada respuesta incorrecta del test resta 1/2 de una correcta.

**TEST (4 puntos)**

**1. Sea  $k$  el número de bits reservados en la cabecera de las tramas intercambiadas por un protocolo de nivel de enlace para representar a los números de secuencia de dicha trama. El objetivo de estos números de secuencia es poder diferenciar entre las tramas de datos nuevas y sus retransmisiones. En relación con el valor de  $k$ , y teniendo en cuenta los protocolos de control de flujo revisados en clase, indique cuál es la respuesta verdadera:**

- a) Si el protocolo de control de flujo empleado es parada y espera, es necesario reservar dos bits, para evitar ambigüedades ( $k=2$ ).
- b) Si el protocolo de control de flujo es rechazo simple, el tamaño de la ventana de transmisión es  $W=3$  y  $k=3$ , entonces las tramas se numeran de forma cíclica de la siguiente manera: 0, 1, 2, 0, 1, 2, 0, 1, ....
- c) Si el protocolo de control de flujo es rechazo selectivo, el tamaño de la ventana de transmisión es  $W=3$  y  $k=3$ , entonces las tramas se numeran de forma cíclica de la siguiente manera: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 0, 1, ....
- d) Si el protocolo de control de flujo es parada y espera, no es necesario numerar las tramas, puesto que se envían una a una, y por tanto, no es necesario asignar ningún campo de la cabecera para los números de secuencia ( $k=0$ ).

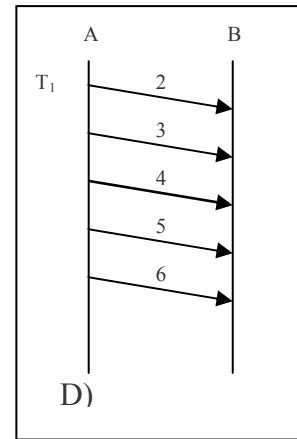
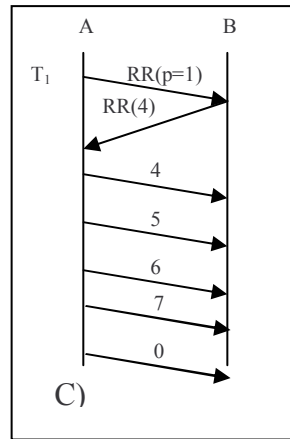
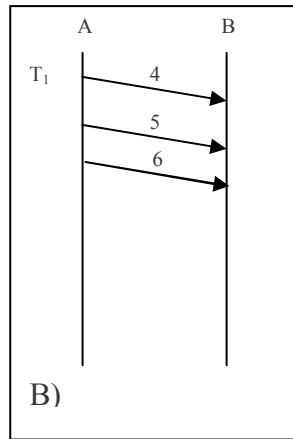
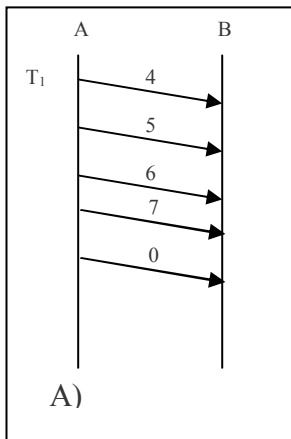
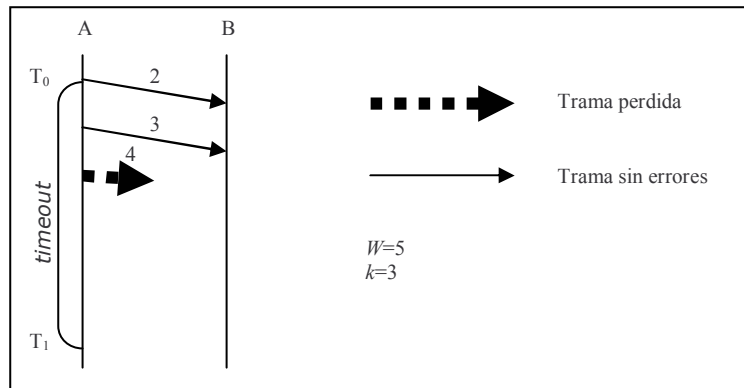
**2. Dos estaciones A y B, se comunican a través de un enlace punto a punto de capacidad 10 Mbps,  $V_{prop} = 2 \times 10^8$  m/s y longitud 100 m. El control de flujo utilizado es Parada y Espera. En la comunicación, se emplean tramas de longitud fija  $L = 1000$  bits. Para estimar la calidad del enlace, en términos de tasa de error de bit (TEB), se transmite entre las estaciones A y B una secuencia de bits conocida de longitud 100 millones, de los cuales se comprueba que 10 bits han llegado mal. En estas condiciones, diga cuál de las siguientes es la respuesta verdadera:**

- a) La tasa de error de trama es  $10^{-6}$ .
- b) La capacidad efectiva del enlace es 80 Mbps.
- c) La probabilidad de tener que retransmitir una trama 4 veces (5 intentos) es menor de  $10^{-15}$ .
- d) La longitud del enlace en bits es 10.

**3. Sea 1100101001 la secuencia binaria recibida en el extremo receptor, cuando desde el emisor se desea enviar el siguiente mensaje 11001010, a través de un canal no ideal (es decir, que puede presentar errores). Sea  $G(x)=x^2+x+1$  el polinomio generador que emisor y receptor comparten para calcular la secuencia suma de comprobación de trama. A partir de estos datos, indique cuál de las siguientes respuestas es verdadera:**

- a) El receptor detecta un error al calcular la suma de comprobación de trama y actúa en consecuencia. Por ejemplo, pedirá una retransmisión.
- b) El receptor descubre que hay un error y que ese error se corresponde con los bits correspondientes al FCS, por lo que simplemente los elimina y recupera el mensaje enviado.
- c) El receptor no detecta ningún error y por tanto envía el siguiente mensaje al nivel superior 11001010.
- d) Ninguna de las otras tres respuestas es verdadera.

4. Suponga que el mecanismo de control de flujo y errores utilizado entre las estaciones A y B es ARQ con rechazo Selectivo. El tamaño de la ventana de transmisión es 5 y el número de bits reservados en la cabecera para el número de secuencia de las tramas es  $k=3$ . Sabiendo que en  $T_0$  el valor de la variable  $SND\_UNA$  de la estación A es dos, diga cuál de los siguientes diagramas temporales es el que completa correctamente a la figura adjunta:



5. "El tipo de conector a emplear en una interfaz RS-232 debe ser del tipo DB-25". Esta sentencia se corresponde con:

- a) Una especificación eléctrica.
- b) Una especificación funcional.
- c) Una especificación de procedimiento.
- d) Una especificación mecánica.

6. Indique cuál de las siguientes sentencias es verdadera:

- a) Se recomienda el uso de ondas de radio sólo en interiores, ya que la atenuación que sufren debido a las condiciones atmosféricas externas, así como su incapacidad para atravesar obstáculos, impiden transmisiones a más de 2 metros de distancia.
- b) La diferencia entre medios guiados y no guiados es la transmisión direccional o no direccional (omnidireccional), respectivamente.
- c) La calidad en la transmisión usando pares trenzados se puede mejorar aumentando el número de trenzas por unidad de longitud.
- d) Con las fibras ópticas monomodo se consigue reducir el efecto de conducción superficial, presente en las fibras multimodo, al conseguir que la información viaje sin reflejarse por el interior de la fibra.

7. En la figura se muestra un esquema de paridad en dos dimensiones. En este caso los bits del mensaje  $M$ , se dividen en  $i$  filas y  $j$  columnas ( $i=1,\dots,3$ ,  $j=1,\dots,5$ ). Para cada fila y para cada columna, se obtiene el correspondiente bit de paridad. Además, se calcula un último bit de paridad, a partir de los bits de paridad de las columnas. A la vista del mensaje transmitido y de la secuencia de bits recibida, indique cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera, sabiendo que se utiliza paridad par en las filas e impar en las columnas.

Mensaje a enviar:  $M$  (10101 11110 01110)

1	0	1	0	1
1	1	1	1	0
0	1	1	1	0

Mensaje Recibido

1	0	1	0	1	1
1	1	1	1	0	0
1	1	1	1	0	1
1	1	0	1	0	1

- El receptor detecta un error en el primer bloque de bits (fila 1).
- El receptor detecta un error en el bit que ocupa la posición  $i=3$ ,  $j=1$ . Como sabe exactamente dónde está el error lo puede corregir.
- El receptor detecta dos errores distintos, uno en la fila 3 y otro en la columna 1.
- Aunque el control de paridad sea en dos dimensiones, dicho control no permite corregir errores simples.

8. ¿En qué consiste la distorsión del retardo?

- En una distorsión de la señal en recepción debida a las no linealidades de los sistemas de transmisión.
- En una distorsión de la señal en recepción debida a la variación del retardo de propagación sufrido por sus distintas componentes en función de la frecuencia.
- En una distorsión de la señal en recepción debida a la variación del retardo de transmisión sufrido por sus distintas componentes en función de la frecuencia.
- En una distorsión de la señal en recepción debida a la variación de la atenuación sufrida por sus distintas componentes en función de la frecuencia.

9. Dado un determinado enlace de comunicaciones con capacidad fija  $C$  (bps), cuál de las distintas técnicas de multiplexación revisadas en clase, no impone un límite en el número de conexiones activas, entendidas como el número de canales lógicos que se pueden crear en un determinado momento. Nota: no se tendrá en cuenta si el incremento de usuarios supone una pérdida de prestaciones.

- Multiplexación por división en el tiempo determinista (TDM determinista).
- Multiplexación por división en el tiempo estadística (TDM estadística).
- Multiplexación por división en frecuencia (FDM).
- Multiplexación por división en longitud de onda (WDM).

10. Indique cuál de las siguientes razones justifica el que no existan redes de conmutación de mensajes:

- La variación e indeterminación en el retardo que experimentan los mensajes enviados por la red.
- La imposibilidad de compartir el enlace entre varios usuarios.
- La dificultad para transmitir tráfico a ráfagas.
- La necesidad del uso de enlaces de fibra óptica para la transmisión de información.

**PROBLEMA 1 (3 puntos)** Suponga que en el proceso de diseño de una red de conmutación de paquetes se ha determinado que la longitud media de los mensajes ( $L$ ) sin considerar cabeceras es de 30 octetos y que el número medio de nodos ( $N$ ) atravesados en una ruta entre una estación origen y una estación destino es de 2. Se desea obtener el valor más adecuado (que resulte en un tiempo total de transmisión más pequeño) para la fragmentación de los mensajes ( $n$ =número de fragmentos o paquetes) asumiendo todos los fragmentos/paquetes de igual longitud con un número entero de octetos.

**Para ello suponga lo siguiente y siga las indicaciones del problema.**

- El campo cabecera de los fragmentos/paquetes consta básicamente de información de direccionamiento (dirección origen y destino) y se toma de  $H=3$  octetos.
- Longitud de los mensajes (no contempla cabecera) fija  $L=30$  octetos.
- Número de nodos atravesados en una ruta fija  $N=2$ , y por tanto, cualquier ruta entre una estación origen y otra destino consta de tres enlaces.
- Retardos de propagación y procesado en los nodos despreciables.
- Cada uno de los tres enlaces posee, en principio, distinta velocidad de transmisión, siendo  $T_1$  el tiempo de transmisión de un octeto en el primer enlace,  $T_2$  el tiempo de transmisión de un octeto en el segundo enlace y  $T_3$  el tiempo de transmisión de un octeto en el tercer y último enlace de la ruta.
- Cada paquete/fragmento consta de un campo de información (cuya longitud depende de la longitud del mensaje  $L$  y del número de fragmentos que se considere en cada momento  $n$ ) y de un campo de cabecera  $H$ .

Con estas condiciones responda a las siguientes preguntas:

- a) ¿Por qué le parece que el campo de cabecera  $H$  debe ser constante ( $H=3$  octetos), independientemente del número de fragmentos/paquete  $n$ ? (0,1 puntos)
- b) Suponiendo que el número de fragmentos/paquete es igual a tres ( $n=3$ ), realice un dibujo comparando la transmisión del mensaje entero con el envío del mensaje fragmentado en el que cada fragmento/paquete de dicho mensaje viaja de una estación origen a un primer nodo, de éste a un segundo nodo de la red, y de ahí a una estación destino para los siguientes casos (si necesita hacer consideraciones adicionales a las que se le da en el enunciado justifíquelas):
  1. Los tres enlaces atravesados tienen la misma velocidad de transmisión, es decir  $T_1=T_2=T_3=T$ . (0,2 puntos)
  2. La velocidad de transmisión del primer enlace es mayor que la del segundo y ésta a su vez, mayor que la del tercero, es decir  $T_1 < T_2 < T_3$ . Por ejemplo suponga  $T_1, T_2=2T_1, T_3=3T_1$ . (0,2 puntos)
  3. La velocidad de transmisión del primer enlace es menor que la del segundo y ésta a su vez es menor que la del tercero, es decir  $T_1 > T_2 > T_3$ . Por ejemplo suponga  $T_1, T_2=T_1/2, T_3=T_1/3$ . (0,2 puntos)
- c) Observando las figuras realizadas en el apartado anterior responda a lo siguiente:
  1. En todos los casos b.1, b.2 y b.3, ¿se reduce el tiempo total de transmisión del mensaje por el hecho de fragmentarlo? ¿Por qué? (0,15 puntos)
  2. En el caso b.2, ¿qué dispositivo debe estar necesariamente presente en los nodos de la ruta para una transmisión de los paquetes sin incidencias (p. e. pérdidas)? Justifique su respuesta. (0,25 puntos)
  3. En función de su contestación al apartado c.2, ¿qué mecanismo genérico se debería implementar en este caso para compensar el posible impacto que puedan tener las distintas velocidades de transmisión en los distintos enlaces? Enumere las distintas técnicas de esta categoría que se han revisado en clase y mencione a qué nivel del modelo de referencia OSI operan. (0,25 puntos)
  4. En el caso b.3, ¿qué observa que ocurre al ir transmitiendo consecutivamente los fragmentos/paquetes del mensaje conforme va pasando por los enlaces de mayor velocidad de transmisión? ¿Qué operación se le ocurre que se debería incorporar a los nodos de la ruta para rentabilizar el ancho de banda disponible? (0,15 puntos)
- d) Suponiendo que  $T_1=T_2=T_3=T$ , obtenga una fórmula genérica para el tiempo total de transmisión de un mensaje en función de los parámetros  $L$  (longitud del mensaje sin contar la cabecera),  $H$  (longitud de la cabecera),  $n$  (número de fragmentos/paquetes),  $N$  (número de nodos –periféricos y de tránsito- atravesados en una ruta) y  $T$  (tiempo de transmisión de un octeto entre dos nodos de tránsito). (1 punto)
- e) Calcúlese el número óptimo de fragmentos ( $n_{opt}$ ) que minimiza el tiempo total de transmisión de un mensaje obtenido en el apartado anterior, sabiendo que  $T=1$ . (0,5 puntos)

**PROBLEMA 2 (3 puntos)** Se desea evaluar la Utilización ( $U$ ) obtenida cuando en un canal comunicaciones se hace uso de un protocolo de control de flujo y errores ARQ con rechazo simple (*GoBack-N*).

a) Describa brevemente, ayudándose de diagramas temporales, el funcionamiento de dicho protocolo. (0,2 puntos)

Para obtener la Utilización se supondrá lo siguiente:

- El canal de comunicaciones es una línea punto a punto.
- La probabilidad de error de trama es igual a  $P_{E_r}$ , mientras que la probabilidad de error de los reconocimientos se puede considerar igual a cero.
- La probabilidad de corregir una trama errónea es  $P_C$ .
- La probabilidad de pérdida de trama es igual a  $P_P$ , mientras que la probabilidad de pérdida de los reconocimientos se puede considerar igual a cero.
- El tamaño de la ventana de transmisión es  $W$ .
- La velocidad de transmisión del canal es de  $V_t$  (bps).
- La distancia entre el extremo emisor y el extremo receptor es de  $d$  (m).
- La velocidad de propagación del medio se supone igual a  $V_p$  (m/s).
- Los tiempos de procesado y encolado en los nodos, así como los tiempos de transmisión de las confirmaciones se consideran despreciables.
- Las tramas se reconocen una a una, es decir, cada vez que llega una trama se enviará el reconocimiento correspondiente, ya sea positivo o negativo.
- Por comodidad, se normaliza el tiempo de transmisión de la trama a la unidad.
- **Por simplicidad, no es necesario tener en cuenta la posibilidad de errores ni pérdidas en las tramas retransmitidas (salvo en la primera de ellas).**

b) Teniendo en cuenta que, en este caso, por cada error es necesario retransmitir  $K$  tramas indique:

b.1) El valor aproximado de  $K$  en función del tamaño de la ventana de transmisión (considere el valor de  $K$  cuando  $W$  es mayor y menor que  $2a+1$ ). Nota:  $K$  es el número de tramas enviadas hasta que llega el reconocimiento de la primera de ellas, ya sea positivo o negativo. (0,4 puntos)

b.2) La expresión --en función de  $K$ -- de  $f(i)$ , que representa el número total de tramas transmitidas si la primera del bloque se debe transmitir  $i$  veces. (0,6 puntos)

c) A partir de  $K$  y  $f(i)$ , calcule el número medio de tramas transmitidas para transmitir una trama con éxito. (0,8 puntos)

d) Apoyándose en los resultados de los apartados anteriores, obtenga la expresión de  $U$  en función de  $P_{E_r}$ ,  $P_C$ ,  $P_P$ ,  $a$  y  $W$  para el protocolo descrito. (1 punto).