

## NIVEL DE ENLACE

1. Un cable de 100 km de longitud opera con una tasa de datos de 1,544 Mbps. La velocidad del cable es  $\frac{2}{3}$  de la velocidad de la luz en el vacío. ¿Cuántos bits caben en el cable?

2. Un canal tiene una velocidad de transmisión de 4 kbps y un retardo de propagación de 20 ms. ¿Para qué rango de tamaños de trama se conseguirá un esquema de parada y espera con una eficiencia mínima del 50%?

3. Se dispone de un protocolo de nivel de enlace, dúplex, en el que a cada trama de datos recibida se le contesta con una trama de control. Determina el número de tramas de información que se pueden emitir, sin recibir validación desde el receptor, para que la transmisión se efectúe sin detenciones. Se suponen los siguientes datos:

- Capacidad del canal: 9600 bps
- Tiempo de propagación de la señal: 20 ms
- Tiempo de proceso en recepción: 10 ms
- Longitud de la trama de datos: 100 octetos
- Longitud de la trama de control: 10 octetos

4. Con el objetivo de comparar el rendimiento del protocolo de control de flujo de parada y espera con el de ventana deslizante (tamaño 7), calcula en los siguientes escenarios el rendimiento de cada uno de los protocolos:

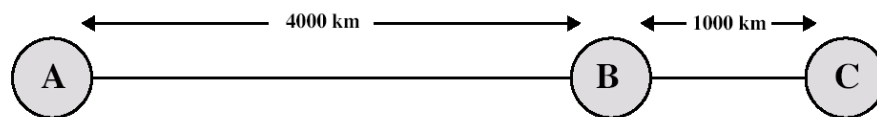
- En un enlace de 10000 km en el que la velocidad de transmisión es de 250 kbps
- En un enlace de 100 m en el que la velocidad de transmisión es de 10 Mbps

El tamaño de la trama de datos es de 4000 bits, el de los ACK de 500 bits y la probabilidad de error es despreciable. La velocidad de propagación es  $\frac{2}{3}$  de la velocidad de la luz en el vacío. A la vista de los resultados obtenidos, ¿en qué condiciones es aceptable utilizar el protocolo de control de flujo de parada y espera?

5. ¿Cuál debe ser el valor mínimo del temporizador que emplea un protocolo de control de flujo?

6. En la figura, el nodo A genera tramas que se envían al nodo C a través del nodo B. Determina la velocidad de transmisión mínima entre los nodos B y C de manera que la memoria temporal del nodo B no se sature, teniendo en cuenta que:

- La velocidad de transmisión entre A y B es 100 kbps
- El retardo de propagación es  $5 \mu\text{s}/\text{km}$  para ambas líneas
- Existen líneas *full-duplex* entre los nodos
- Todas las tramas de datos tienen una longitud de 1000 bits y se hace uso de tramas ACK independientes de longitud despreciable
- Entre A y B se usa un protocolo de ventana deslizante con tamaño de ventana igual a 3
- Entre B y C se usa un protocolo de parada y espera
- No hay errores
- El número medio de tramas entrantes en B debe ser igual, a lo largo de un intervalo grande, al número medio de tramas salientes



7. Supón una trama con dos caracteres de cuatro bits cada uno. Sea la probabilidad de error de bit (independiente para cada bit) igual a  $10^{-3}$ .

- a) ¿Cuál es la probabilidad de que la trama recibida contenga al menos un bit erróneo?
- b) Ahora añade un bit de paridad a cada carácter. ¿Cuál es la probabilidad?

8. Se diseña un procedimiento CRC para generar una FCS de 4 bits para mensajes de 11 bits. El polinomio generador es  $X^4 + X^3 + 1$ .

- a) Dibuja el circuito con un registro de desplazamiento que realizaría esta función
- b) Codifica la secuencia de datos 10011011100 utilizando el polinomio generador y obtén la palabra-código.

9. En un enlace, con una velocidad de transmisión de 100 kbps y con una probabilidad de error de  $10^{-4}$ , en el que las tramas que se envían tienen una cabecera de 300 bits, ¿qué longitud de trama maximizará el número de bits transmitidos?

10. ¿En qué medida se incrementa la probabilidad de que una trama contenga errores debido a añadir un CRC de 32 bits en las tramas de 64 bytes cuando la probabilidad de error es  $10^{-4}$ ? ¿Y en las tramas de 1500 bytes?

11. Dos estaciones se comunican a través de un enlace de satélite a 1 Mbps con un retardo de propagación de 270 ms. El satélite se limita a retransmitir de una estación a otra los datos recibidos, con un retardo de conmutación despreciable. Si se usan tramas HDLC de 1024 bits con números de secuencia de 3 bits, ¿cuál será el rendimiento máximo posible?; es decir, ¿cuál es el rendimiento de los bits de datos transportados en las tramas HDLC?

12. Dadas dos estaciones A y B que se comunican utilizando el protocolo de enlace de datos HDLC y teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Una trama errónea se presenta por una línea discontinua
- N(S) es el número de secuencia enviada
- N(R) es el número de secuencia recibida
- I(N(S), N(R)) es una trama de información

Completa las siguientes secuencias de tramas suponiendo que ni A ni B tienen más información que enviarse:

