

1. La NASA usa un sistema de comunicación mediante ondas de radio para comunicarse con la sonda Phoenix que se encuentra en Marte. El ancho de banda de este sistema es de 1 Mbps y se utiliza el protocolo de parada y espera para la transmisión de tramas en la capa de enlace. Cada una de estas tramas es de 2000 bytes de longitud.
- Teniendo en cuenta que la velocidad de propagación de las ondas de radio es 300000 km/s y despreciando el tiempo de transmisión de los ACK y el tiempo de procesamiento en los nodos, calcúlese la eficiencia del protocolo cuando se alcanza la distancia mínima entre la Tierra y Marte (50 millones de kilómetros). ¿Cuál es la eficiencia cuando la distancia es la máxima (400 millones de kilómetros)?
 - ¿Cómo se puede mejorar la eficiencia del protocolo de parada y espera si no es posible modificar el ancho de banda?

$$\text{Ancho de banda} = 1 \text{ Mbps} = 10^6 \text{ bps}$$

Protocolo parada y espera.

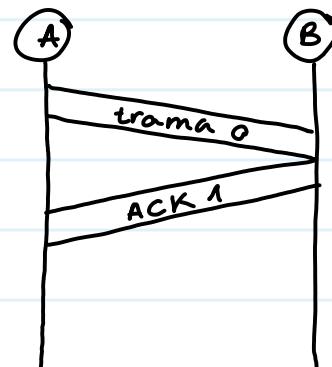
$$\# \text{datos} = 2000 \text{ bytes} = 16000 \text{ bits.}$$

$$\text{a) Vel. prop} = 3 \cdot 10^5 \text{ Km/s.}$$

$$\text{Distancia 1} = 50 \cdot 10^6 \text{ Km}$$

$$\text{Distancia 2} = 400 \cdot 10^6 \text{ Km.}$$

¿Eficiencias?



Despreciamos Tproc y Ttransack

$$1: T_{\text{total}} = T_{\text{trans}} + T_{\text{prop}} + T_{\text{propack}} = \frac{16000}{10^6} + 2 \cdot \frac{5 \cdot 10^7}{3 \cdot 10^5} = 333'35 \text{ s}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{T_{\text{envio}}}{T_{\text{total}}} = \frac{1'6 \cdot 10^{-2}}{333'35} = 4'8 \cdot 10^{-5} \text{ s.}$$

$$2: T_{\text{total}} = 1'6 \cdot 10^{-2} + 2 \cdot \frac{4 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^5} = 2666'68 \text{ s}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{1'6 \cdot 10^{-2}}{2666'68} = 5'99 \cdot 10^{-6} \text{ s.}$$

b) Envíando mensajes más grandes.

2. Dos máquinas se encuentran conectadas mediante un enlace que tiene un ancho de banda de 3Mbps. El tiempo de procesamiento de las tramas en las máquinas es de 3 ms, el cable tiene una longitud de 1 km y la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas en el cable es de $2 \cdot 10^8$ m/s. Si se usa el protocolo de parada y espera para la comunicación entre ambas máquinas, ¿cuál es la eficiencia del protocolo si las tramas son siempre de 1500 bytes? ¿cuál es la eficiencia si se duplica el tamaño de las tramas?

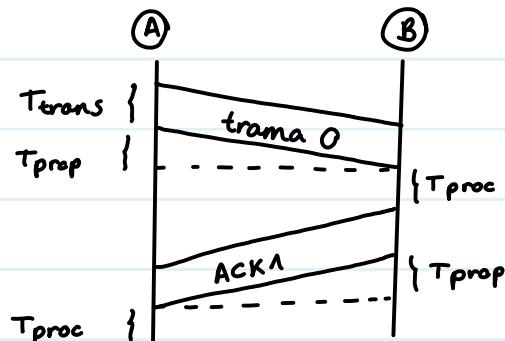
$$\text{Ancho banda} = 3 \text{ Mbps} = 3 \cdot 10^6 \text{ bps}$$

$$T_{\text{proc}} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$\text{Longitud cable} = 1 \text{ Km} = 10^3 \text{ m.}$$

$$\text{Vel prop} = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Protocolo parada y espera.



(Supongo que despreciamos el
Tiempo de ACK)

$$1. \# \text{datos} = 1500 \text{ Bytes} = 1.2 \cdot 10^4 \text{ bits.}$$

$$T_{\text{prop}} = \frac{\text{long. cable}}{\text{vel prop}} = \frac{10^3}{2 \cdot 10^8} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ s}$$

$$T_{\text{trans}} = \frac{\# \text{datos}}{\text{ancho banda}} = \frac{1.2 \cdot 10^4}{3 \cdot 10^6} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$E = \frac{T_{\text{trans}}}{T_{\text{trans}} + 2T_{\text{prop}} + 2T_{\text{proc}}} = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 5 \cdot 10^{-6} + 2 \cdot 3 \cdot 10^{-3}} = 0.3996.$$

$$2. \# \text{datos} = 2.4 \cdot 10^4 \text{ bits}$$

$$T_{\text{trans}} = \frac{2.4 \cdot 10^4}{3 \cdot 10^6} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$E = \frac{8 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 5 \cdot 10^{-6} + 2 \cdot 3 \cdot 10^{-3}} = 0.571$$

3. Dos máquinas A y B se encuentran conectadas mediante un enlace. Para la comunicación entre ambas máquinas se usa el protocolo repetición selectiva. Supongamos que el tiempo de transmisión de los datos es de 2 ms, el tiempo de propagación es de 2 ms, en el receptor el tiempo de procesamiento más transmisión de las confirmaciones es de 1 ms, el tiempo de espera antes de un reenvío en el emisor es de 14 ms y usamos 2 bits para numerar las tramas. La máquina A quiere enviar un archivo que requiere 5 tramas a la máquina B. Supongamos que se pierde la tercera trama que envía A. Determine los eventos que ocurrirán en cada máquina (salida de tramas, llegada de tramas, timeouts, etc.) y el estado de las ventanas deslizantes del emisor y el receptor tras cada evento hasta que el archivo esté totalmente enviado. ¿Cuántas tramas de datos ha enviado A? ¿Cuántas confirmaciones ha enviado B?

↳ 6 tramas

↳ 4 confirmaciones

Repetición selectiva.

$$T_{trans} = 2 \text{ ms}$$

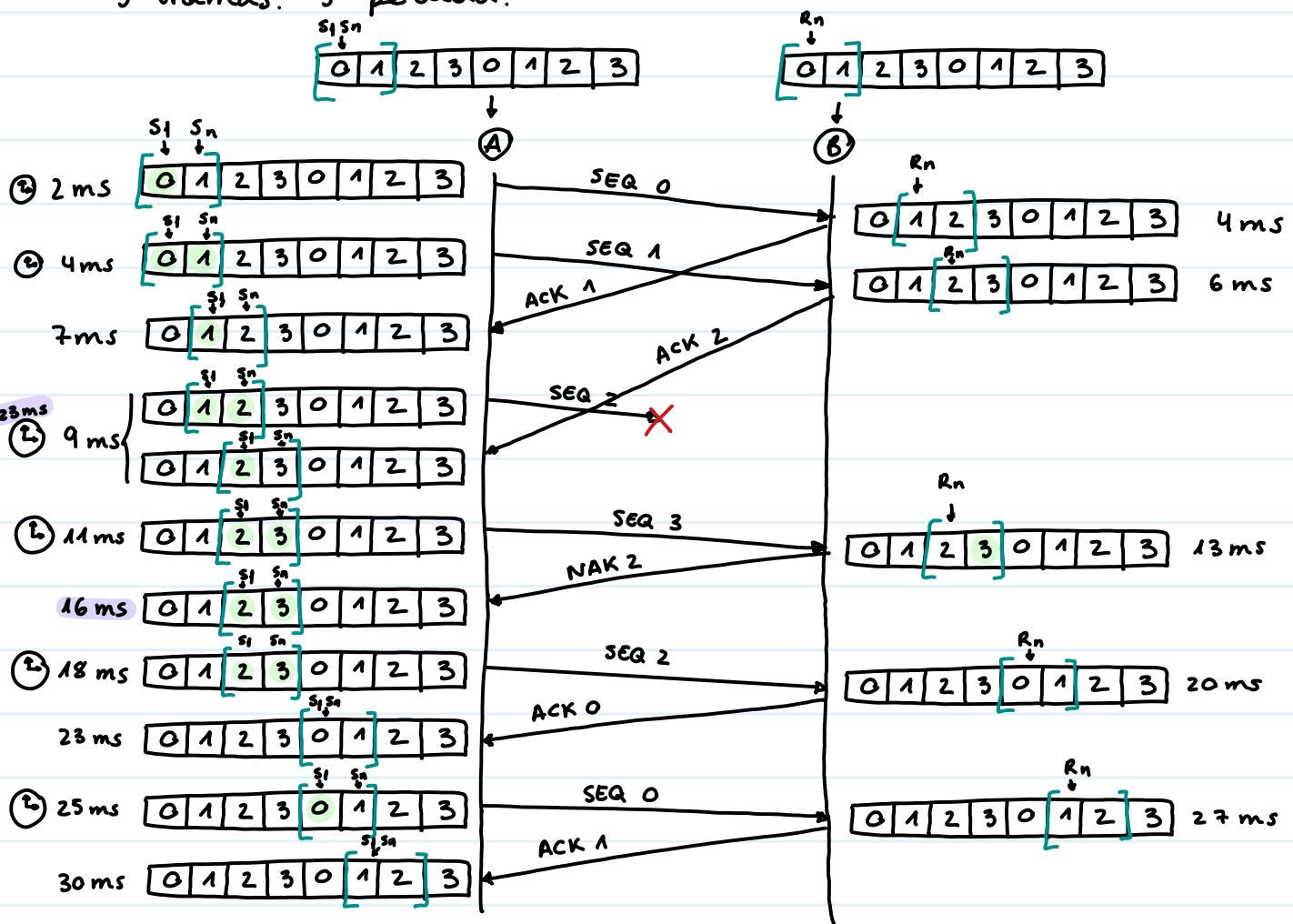
$$T_{prop} = 2 \text{ ms}$$

$$T_{proc} = 1 \text{ ms}$$

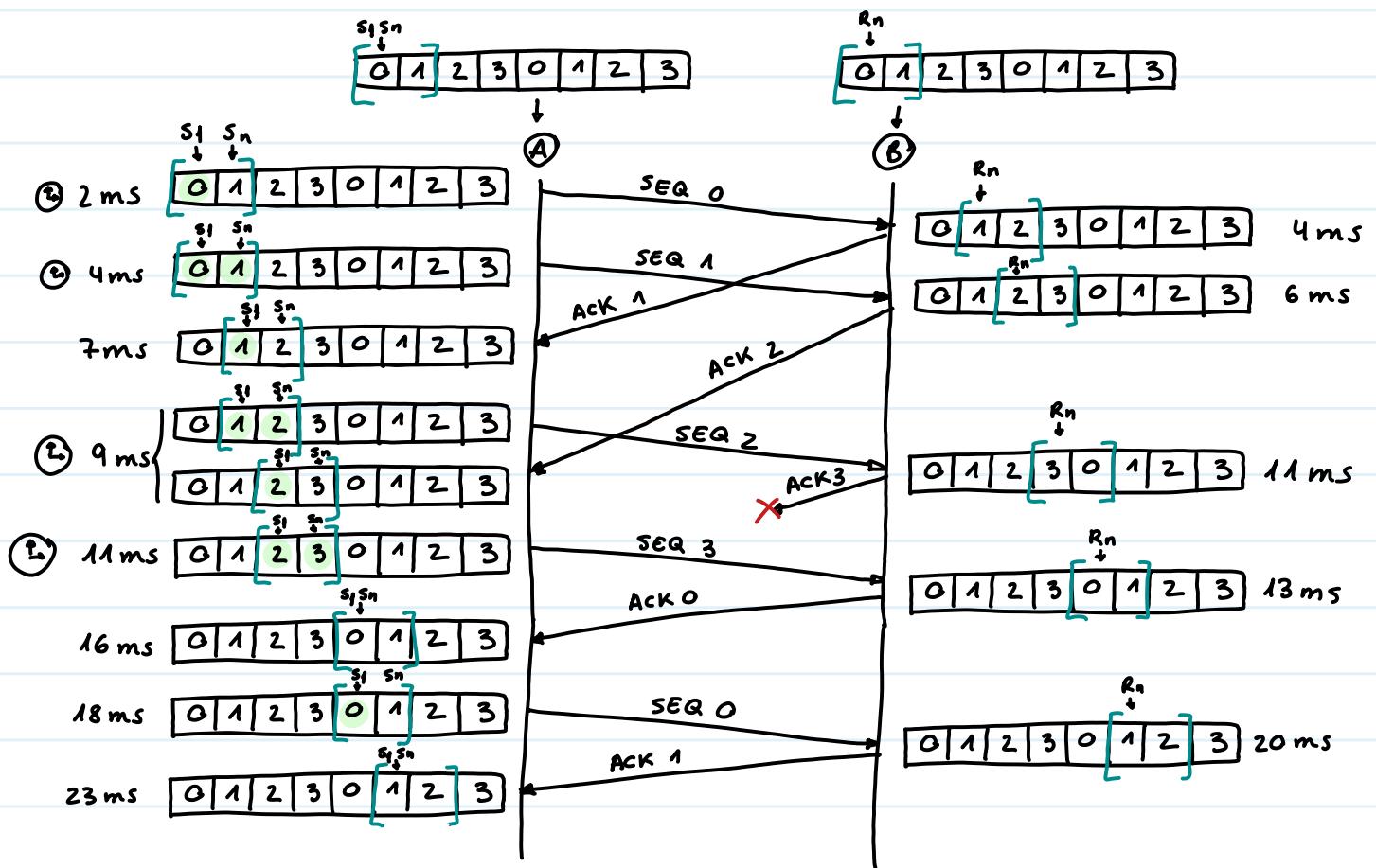
$$\text{timeout} = 14 \text{ ms.}$$

$$m=2 \Rightarrow [0, 2^m - 1] = [0, 1, 2, 3] \quad 2^{m-1} = 2^1 = 2 \text{ (ventana)}$$

5 tramas. 3^{er} perdida.



4. Repita el ejercicio 3 suponiendo que en lugar de perderse la tercera trama de datos se pierde la tercera confirmación que envía B.



6. En una red Ethernet de 10 Mbps, suponiendo que sólo hay un nodo enviando, ¿cuál es el máximo número de tramas que puede enviar en 1 segundo? ¿Cuál es el porcentaje de uso real (transmisión de datos útiles) que se está haciendo del canal? (El un hueco entre tramas (gap) es 9,6 µs)

$$T_{gap} = 9,6 \mu s = 9,6 \cdot 10^{-6} s$$

Diapo 53

$$\#trama = 8 \text{ bytes} + 6 \text{ bytes} + 6 \text{ bytes} + 2 \text{ bytes} + \underbrace{46 \text{ bytes}}_{\text{datos}} + 4 \text{ bytes} = 72 \text{ bytes}$$

Como queremos maximizar el nº de tramas, hay que coger el nº min de datos para que sea lo mas corta posible.

$$T_{trama} = T_{trans} + T_{gap} = 5,76 \cdot 10^{-5} + 9,6 \cdot 10^{-6} = 6,72 \cdot 10^{-5} s$$

$$\text{nº tramas} = \frac{1}{6,72 \cdot 10^{-5}} = 14880 \text{ tramas}$$

$$T_{trans} = \frac{46 \cdot 8}{10^7} = 3,68 \cdot 10^{-5} s$$

↳ Los datos útiles son los 46 bytes de la trama sin las cabeceras.

$$\text{Porcentaje de uso real} = \frac{3,68 \cdot 10^{-5}}{6,72 \cdot 10^{-5}} \cdot 100 = 54\%$$

7. En una red Ethernet de 10 Mbps, suponiendo que sólo hay un nodo enviando, ¿cuál es la máxima cantidad de datos que puede enviar en 1 segundo? ¿Cuál es el porcentaje de uso real (transmisión de datos útiles) que se está haciendo del canal? (El un hueco entre tramas (gap) es $9,6 \mu s$)

$$\# \text{trama} = 8 \text{ bytes} + 6 \text{ bytes} + 6 \text{ bytes} + 2 \text{ bytes} + \underbrace{1500 \text{ bytes}}_{\text{Ahora queremos maximizar la cantidad de datos.}} + 4 \text{ bytes} = \\ = 1526 \text{ bytes.}$$

$$T_{\text{trans}} = \frac{1526 \cdot 8}{10^7} = 1'22 \cdot 10^{-3} \text{ s.}$$

$$T_{\text{trama}} = T_{\text{trans}} + T_{\text{gap}} = 1'22 \cdot 10^{-3} + 9'6 \cdot 10^{-6} = 1'23 \cdot 10^{-3} \text{ s.}$$

solo datos (No 1526)

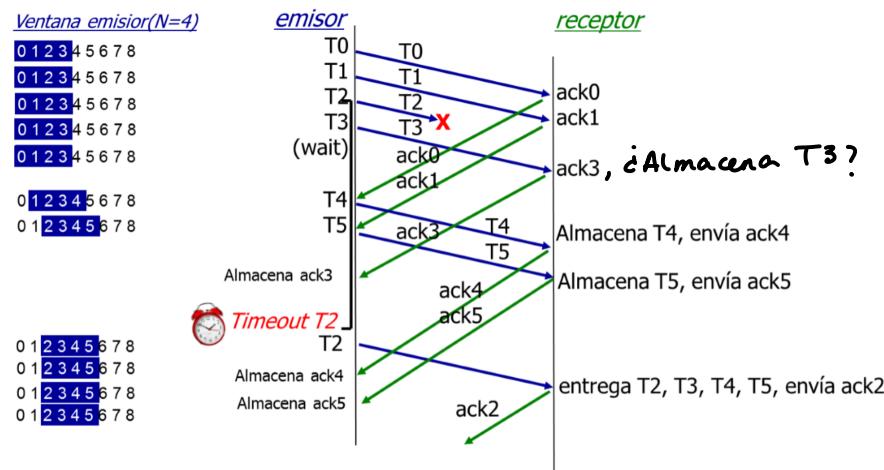
$$\text{nº tramas} = \frac{1}{1'23 \cdot 10^{-3}} = 812 \Rightarrow \text{cantidad datos} = \underbrace{812 \cdot 1500}_{1'218 \cdot 10^6 \text{ bytes.}} =$$

$$T_{\text{trans}} = \frac{1500 \cdot 8}{10^7} = 1'2 \cdot 10^{-3} \text{ s.}$$

$$\text{Porcentaje de uso real} = \frac{1'2 \cdot 10^{-3}}{1'23 \cdot 10^{-3}} \cdot 100 = 97\%.$$

Redes y Sistemas Distribuidos

8. (Examen Mayo'16) El diagrama de secuencia mostrado a continuación muestra un escenario de un protocolo que utiliza una variante de la repetición selectiva visto en clase:



Las diferencias son:

- Las confirmaciones positivas (ACK) NO son acumulativas.
- El número de secuencia que acompaña a la confirmación (ACK X) indica cual es el número de secuencia de la trama confirmada.
- Cada trama enviada tiene asociado un temporizador
- Cuando expira el temporizador de una trama, el emisor retransmite la trama con el número de secuencia asociada al temporizador.
- Cuando se detecta una pérdida o un error, el receptor no envía nada.
- Las tramas y confirmaciones (acks) correctas fuera de orden son almacenadas en un buffer pero no entregadas o procesadas.

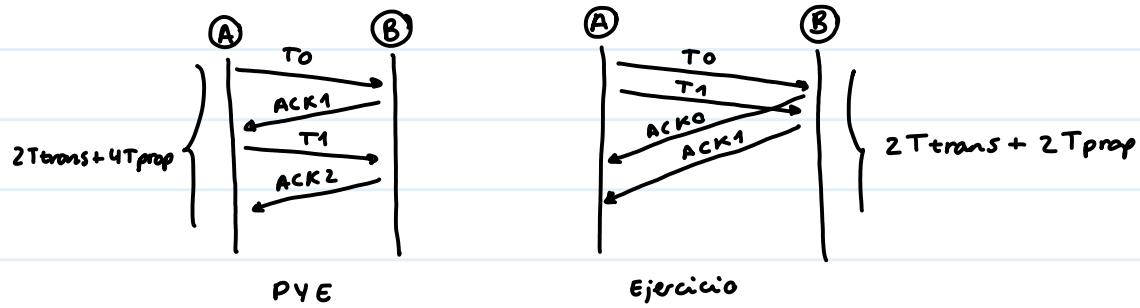
Teniendo en cuenta estas consideraciones, y según el diagrama de secuencia anterior, contesta a las siguientes preguntas:

- a. ¿Cuántas tramas puede enviar el emisor hasta que se le cierra la ventana?
- b. ¿Cómo detecta el emisor que se ha perdido la trama 2 (T2)?
- c. ¿Qué acciones realiza el emisor cuando llega el ack2?
- d. Explique la mejora de la eficiencia de este protocolo sobre el protocolo de control de flujo Parada y Espera. (Pon valores de ejemplo).

a) 4

- b) lo detecta al darse el time-out y no haber recibido ACK2
- c) Procesa todas las confirmaciones del buffer (y la propia ACK2) y desliza su ventana del 6-9. Si tiene más tramas que enviar, lo hará.
- d) En parada y espera no se manda una trama hasta haber recibido la confirmación de la anterior. Así, fijandonos en el dibujo, si hubieramos utilizado PYE la trama 1 hubiera salido en el momento en que nuestra trama 4 ha salido (Esto es mucho retardo). Además, cuando la trama 2

se ha perdido el protocolo ha ido almacenando tramas posteriores y confirmaciones, cosa que en el prot. de PYE no hubiera ocurrido. En PYE, al darse el time-out se hubiera reenviado T2 y se hubiera esperado a su correspondiente ACK2, luego hubiera comenzado con T3.. Mientras que en este protocolo al recibir ACK2, ya se habrían entregado T3,T4,T5 y procesado sus confirmaciones. La eficiencia sería mucho mayor. Veámoslo para enviar 2 mensajes sin que se pierda ninguna trama:



$$E_{PYE} = \frac{2T_{trans}}{2T_{trans} + 4T_{prop}} = \frac{T_{trans}}{T_{trans} + 2T_{prop}}$$

$$E_{Ejer} = \frac{2T_{trans}}{2T_{trans} + 2T_{prop}} = \frac{T_{trans}}{T_{trans} + T_{prop}}$$

Claramente $E_{Ejer} > E_{PYE}$.