

Relación de problemas del tema 2

Nota sobre las unidades

- 1 byte son 8 bits (1B=8b)
 - Aunque midiendo memoria se suelen usar prefijos k,M,G,T en potencias de 2
 Por ejemplo k para $2^{10}=1024$ M para $2^{20}=1048576$
 - Sin embargo, técnicamente NO es correcto. Hay un estándar para esto:
 - 1 KiB = 1024B MiB =1048576
 - En transmisión de datos se usan los prefijos del S.I.
 - 1kB = 10^3 B 1MB = 10^6 B 1GB = 10^9 B ...
 - Las velocidades de transmisión se suelen dar en bits por segundo (kbps, Mbps...). Cuidado con la diferencia entre B y b
 - 1MBps=1MB/s=8Mbps=8Mb/s
- Ejemplo en Ethernet la velocidad es 10Mbps. Un paquete de 1000B se transmite en $(1000B \cdot 8b/B) / 10Mbps = 0.0008s = 0.8ms$

Definiciones y fórmulas

Análisis de prestaciones

Eficiencia (U): Porcentaje de tiempo en el que se envía información útil (tiempo de transmisión / tiempo total de enviar datos)

$$\text{Eficiencia canal simétrico (parada y espera)} = \frac{T_{trans}}{2T_{prop} + T_{trans}},$$

$$T_{trans} = L/R, T_{prop} = D/V, T_{proc} = 0, ,$$

$$\text{Eficiencia canal (pipelining m)} = \frac{mT_{trans}}{2T_{prop} + T_{trans}}, T_{trans} = L/R, T_{prop} = D/V,$$

L = Tamaño del paquete (bit) , R=Velocidad de Transmisión (bps), D = Longitud del enlace (m),
 V = Velocidad de propagación en el medio (m/s)

Problemas

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

① "Protocolo Parada-Espera"

Ancho Banda = 1 Mbps = 125000 bytes/segundo

Trama (datos) = 2000 bytes

v. prop. = $300000 \cdot 10^3$ m/s

$d_1 = 50 \cdot 10^6$ metros

$d_2 = 400 \cdot 10^6$ metros

$$t_{trans.} = \frac{\text{tamaño datos}}{\text{Ancho Banda}} = \frac{2000 \text{ bytes}}{125000 \text{ bytes/segundo}} = 0,016 \text{ Segundos}$$

$$t_{prop}(d_1) = \frac{\text{distancia 1}}{v. prop.} = \frac{50 \cdot 10^6 \text{ m}}{300 \cdot 10^6 \text{ m/s}} = 0,16 \text{ Segundos}$$

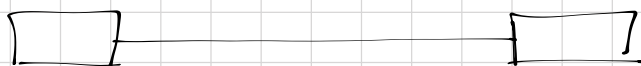
$$t_{prop}(d_2) = \frac{\text{distancia 2}}{v. prop.} = \frac{400 \cdot 10^6}{300 \cdot 10^6 \text{ m/s}} = 1,3 \text{ Segundos}$$

$$\text{Eficiencia (parada-espera } d_1) = \frac{t_{trans.}}{2 \cdot t_{prop} + t_{trans.}} = \frac{0,016}{2 \cdot 0,16 + 0,016} = 0,047 = \underline{\underline{4,7\%}}$$

$$\text{Eficiencia (parada-espera } d_2) = \frac{t_{trans.}}{2 \cdot t_{prop} + t_{trans.}} = \frac{0,016}{2 \cdot 1,3 + 0,016} = 0,006 = \underline{\underline{0,6\%}}$$

• Es posible mejorar si aumentamos el tamaño de las tramas.

② "Parada-Espera"



Ancho Banda = 3 Mbps

tramas = 1500 bytes

dist. cable = 1000 metros

v. prop. = $2 \cdot 10^8$ m/s

$$t_{trans.} = \frac{1500 \text{ bytes}}{3 \cdot 10^6 / 8 \text{ bytes}} = 0,004 \text{ segundos}$$

$$t_{prop.} = \frac{1000}{2 \cdot 10^8} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ segundos}$$

$$\text{Efici.} = \frac{0,004}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-6} + 0,004 + 0,003} = 0,57 = \underline{\underline{57\%}}$$

$t_{procesamiento}$ (en general sería despreciable)

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tútil (en transmitir)}}{T_{total}} = t_{transmisión}$$

• Eficiencia si se duplica el tamaño de la trama.
(trama = 3000 bytes).

$$t_{trans.} = \frac{3000}{3 \cdot 10^6 / 8} = 0,008 \text{ segundos}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{0,008}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-6} + 0,008 + 0,003} = 0,72 = \underline{\underline{72\%}}$$

transmisión de tramas en la capa de enlace. Cada una de estas tramas es de 2000 bytes de longitud.

- a) 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)?
 - b) ¿Cómo se puede mejorar la eficiencia del protocolo de parada y espera si no es posible modificar el ancho de banda?
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?
3. Dos máquinas A y B se encuentran conectadas mediante un enlace. Para la comunicación entre ambas máquinas se usa el protocolo *Go-Back-N*. 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 segunda trama que envía A. Determine los eventos que ocurrirán en cada máquina (salida de tramas, llegada de tramas, temporizadores, 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?

Nota: Para este ejercicio supondremos que el protocolo reinicia el temporizador cuando salta (provocando el reenvío oportuno de tramas) o cuando se envía una nueva trama y el tiempo restante de temporizador es menor que el round trip time (RTT, tiempo de ida y vuelta).
4. Repita el ejercicio anterior usando el protocolo de repetición selectiva y compare el número de tramas de datos y confirmaciones enviados por A y B respectivamente.
5. Repita el ejercicio 3 suponiendo que en lugar de perderse la segunda trama de datos se pierde la tercera confirmación que envía B.

3



Protocolo Go-Back-N

$t_{trans.} = 2ms$

$t_{prop.} = 2ms$

$t_{proces.} + t_{trans.} = 1ms$

$t_{espera} = 14ms$ (antes del reenvío)

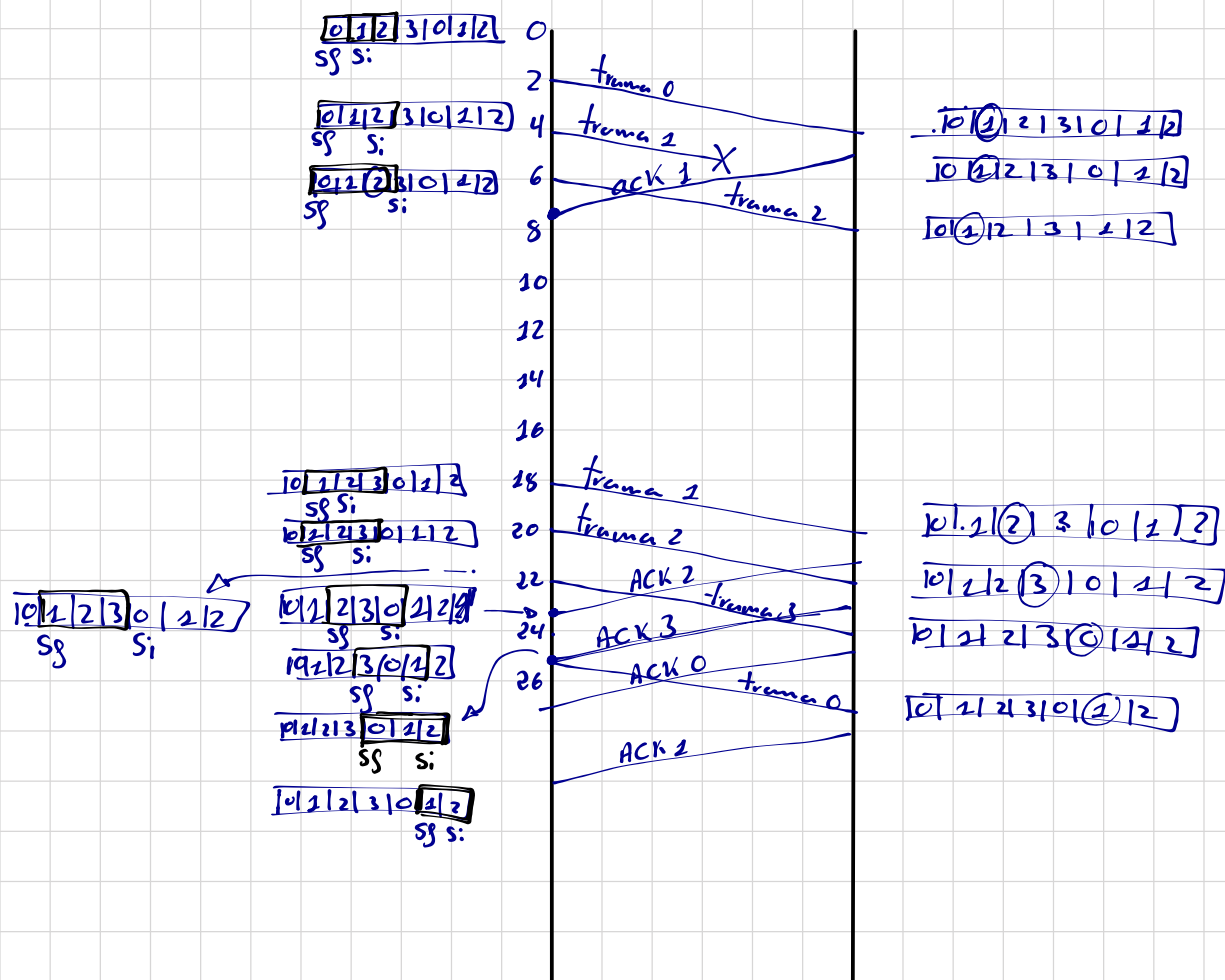
A $\xrightarrow{5 tramas}$ B Se pierde la segunda trama

(2 bits) =

Mensajes numerados = $[0, 2^m - 1] = [0, 3]$

Máximo tamaño de ventana = $2^m = 4$

Ventana de envío = $2^m - 1 = 3$



6. Repita el ejercicio anterior usando repetición selectiva.
7. En una comunicación entre dos máquinas estamos usando el protocolo Go-Back-N con ventana = m y $2 \cdot t_{\text{prop}} + t_{\text{proc}} \geq m \cdot t_{\text{trans}}$ y que sólo hay una pérdida de una confirmación (ACK). ¿Cuál sería el mínimo timeout (temporizador) que debería usar para que esa pérdida no implicase ninguna repetición? Por simplificar los cálculos, se puede suponer que el protocolo reinicia el temporizador en cada trama que envía, o que le pone un temporizador a cada trama. (NOTA: analice el caso el peor caso en el que podría producirse esa pérdida y calcule el tiempo en el que recibiría un ACK posterior que sirviera para confirmar también la trama perdida).
8. Usando los datos del ejercicio anterior, calcule el temporizador (timeout) suponiendo que ahora usamos repetición selectiva.
9. En una comunicación entre dos máquinas estamos usando el protocolo repetición selectiva con ventana = m y $2 \cdot t_{\text{prop}} + t_{\text{proc}} \geq m \cdot t_{\text{trans}}$ y que sólo hay una pérdida de una trama de datos. ¿Cuál sería el mínimo temporizador que debería usar para que esa pérdida no implicase ninguna repetición (adicional a la trama perdida)?
10. 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 hueco entre tramas (gap) es $9,6 \mu\text{s}$)
11. 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 hueco entre tramas (gap) es $9,6 \mu\text{s}$)
12. En una red que usa variante de p-persistencia como mecanismo de acceso al medio, la probabilidad de que N equipos quieran enviar tras acabar un envío se muestra en la siguiente tabla:

N	Prob. N envíos simultáneos
0	0.05
1	0.15
2	0.20
3	0.20
4	0.20
5	0.10
6	0.10

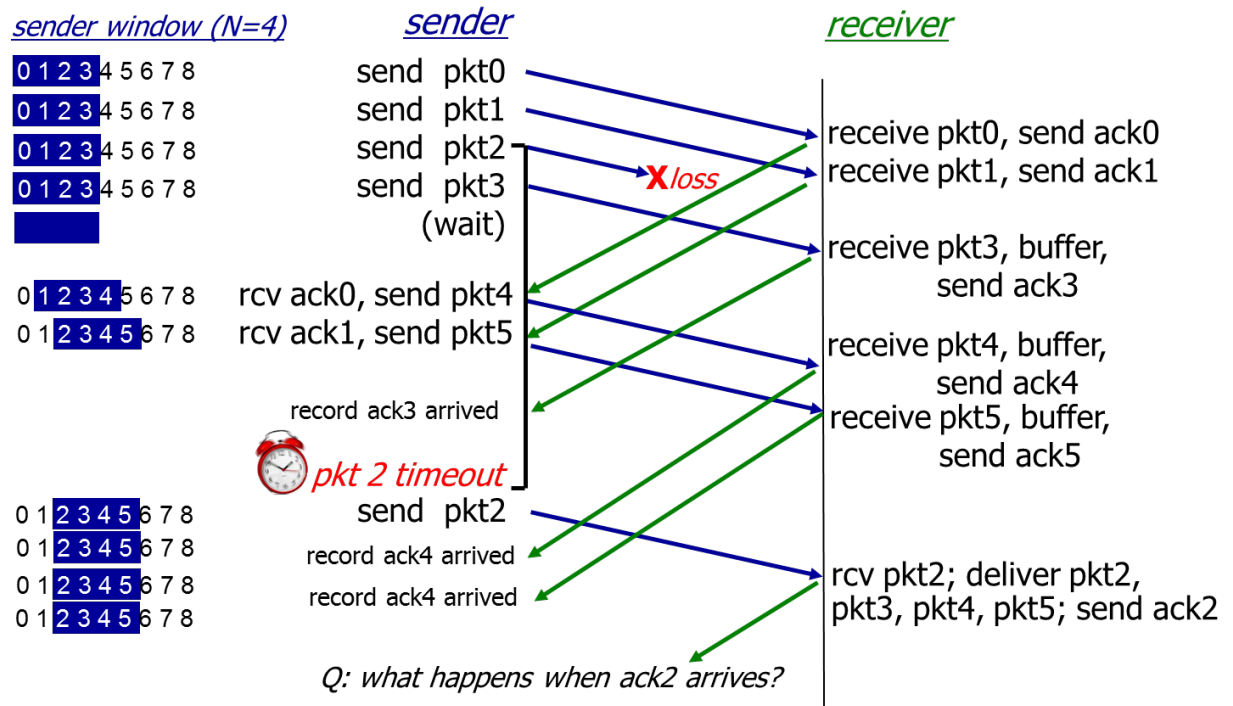
Por ejemplo, esa tabla que en 3 tenga un 0.2 indica que en un 20% de las veces que al menos 2 nodos podrían enviar simultáneamente. Indique la probabilidad de colisión en los siguientes esquemas:

- a) Siempre envía ($p = 1$)

b) Lanzamos una moneda y envía si sale cara ($p = 0.5$)

c) Lanzamos un dado de 4 caras y envía si sale un 1 ($p = 0.25$)

13. 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 recibido,

Teniendo en cuenta estas consideraciones, contesta a las siguientes preguntas:

- ¿Cómo detecta el receptor que se ha perdido la trama 2 (pkt2)?
- ¿Cómo detecta el emisor que se ha perdido la trama 2?
- ¿Qué acciones realiza el receptor cuando llega la trama 3?
- ¿Qué acciones realiza el receptor cuando llega la trama 3 retransmitida?
- ¿Qué acciones realiza el emisor cuando recibe la trama de confirmación ACK 2?