

**Ejercicio C:** Un cable conecta un host emisor con un host receptor; se tiene una tasa de bits de 4 Mbps y un retardo de propagación de 0,2 msec. ¿Para cuál rango de tamaños de segmentos da parada y espera una eficiencia de al menos 50%?

$$0,5 \leq (L/T) / (L/T + RTT) = (L/4000) / (L/4000 + 0,4)$$

$$0,5 * (L/4000 + 0,4) \leq (L/4000)$$

$$0,5 * L/4000 + 0,2 \leq (L/4000)$$

$$0,2 \leq (L/4000) - 0,5 * L/4000$$

$$0,2 \leq L/8000$$

$$L \geq 0,2 * 8000 = 1600 \text{ bits}$$

$$[1600, L_2]$$

$L_2$  es menor tamaño de paquete que logra eficiencia 1.

Se lo puede sacar planteando:  $1 = (L/T) / (L/T + RTT)$

**Ejercicio B:** (P22) Considerar el protocolo retroceso N con una ventana emisora de tamaño 4 y rango de números de secuencia de 1024. Suponer que en el tiempo  $t$ , el siguiente paquete en orden que el receptor está esperando tiene un número de secuencia de  $k$ . Asumir que el medio no reordena los mensajes. Contestar las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los posibles conjuntos de números de secuencia dentro de la ventana del emisor en el tiempo  $t$ ?
- ¿Cuáles son los posibles valores del campo ACK en todos los mensajes posibles corrientemente propagándose hacia el emisor en el tiempo  $t$ ? Justifique su respuesta.

**Ayuda:** Para a: hacer análisis por casos: todos los ack recibidos, ningún ack recibido, algunos ack recibidos.

En  $t$  el receptor espera número de secuencia  $k$ . Todos los anteriores están recibidos y confirmados por el receptor. Receptor mandó ack  $k-1$ , ack  $k-2$ , .... ack 0.

Recibió todos los ack:  $k, k+1, k+2, k+3$ .

Recibió ningún ack:  $k-1, k-2, k-3, k-4$

Recibió algunos ack pero no todos ventana incluida en: el primero que no recibió y 3 números adelante; la ventana del emisor comenzará en algún lado de  $[k-3, k]$ .

Para b: ¿Qué acks recibió el servidor? Luego hacer análisis de casos: ningún ack fue recibido por emisor, algunos ack recibidos por emisor.

Si el receptor está esperando por paquete  $k$ , entonces ha confirmado los paquetes  $k-1$  hasta  $k-N$ .

Si ninguno de ellos fue recibido por el servidor, entonces mensajes ACK con valores en  $[k-N, k-1]$  se deben estar propagando hacia atrás.

Como el emisor envió paquetes de  $[k-N, k-1]$ , entonces debe haber recibido ack de  $K-N-1$ ; luego el receptor nunca va a enviar un ack menor que  $K-N-1$ . Así, los ack viajando al servidor pueden estar dentro de  $[K-N-1, k-1]$  - recordar que el receptor puede haber recibido los paquetes desordenados.

**Ejercicio F:** Computar la fracción del ancho de banda que es desperdiciado en sobrecarga (encabezados retransmisiones) por el protocolo de repetición selectiva en un canal de 50 kbps usando segmentos de 8000 bits de datos. Asumir que los encabezados son del tamaño como en IP, TCP y 16B para capa de enlace de datos (terminadores de tramas son de 4B). Asumir que la propagación de la señal desde la Tierra al satélite es de 270 msec. Segmentos de solo ACK nunca ocurren, segmentos NAK ocupan 512 bits. La tasa de errores para segmentos es del 1%, y la tasa de errores de segmentos NAK se puede ignorar (es demasiado chica para considerarla). Los números de secuencia son de 8 bits.

**Ayuda:** ¿Cuál es el tamaño de paquetes que se mandan? ¿cuánto se puede aprovechar el canal como máximo? ¿cuánto bits se desperdician por sobrecarga cada 100 tramas? ¿qué porcentaje de desperdicio sobre lo enviado representa? ¿Cuánto se aprovecha el canal realmente sin contar sobrecarga?

$$8000 \text{ b} = 1000 \text{ B}$$

$$\text{Tamaño de trama} = 1000 + 20 \text{ B (por TCP)} + 20 \text{ B (por IP)} + [16 \text{ B} + 4 \text{ B}] \text{ (por CED)} = 1060 \text{ B} = 8480 \text{ b}$$

$$\text{RTT} = 270 * 2 = 540 \text{ ms} = 0,54 \text{ seg}$$

$$1 = (K * L/R) / (\text{RTT} + L/R) = (K * 8480/50000) / (0,54 + 8480/50000) = (K * 0,17 / 0,71)$$

$$K = 0,71 / 0,17 = 4,17$$

El K más grande que podemos considerar es 4.

$$(4 * 0,17 / 0,71) = 0,957$$

¿Cada 100 tramas cuánto b se van a mandar considerando que se usa repetición selectiva?

$$101 * 8480 + 512 + 100 * 480 = 904992$$

$$\text{Cada 100 tramas se logran mandar } 100 * 8000 = 800000 \text{ b.}$$

Cuando se mandan 904992 b solo se aprovechan con datos 800000 b

$$800000/904992 = 0,883$$

Los datos aprovechan el canal  $0,883 * 0,957 = 0,845$  esto es lo que se aprovecha el canal.

¿Entonces cuánto se desperdicia por sobrecarga?  $1 - 0,845 = 0,155$ . Se desaprovecha 15,5%.

**Ejercicio E:** Segmentos de 10000 bits son enviados por canal que opera a 10 Mbps usando un satélite geoestacionario cuyo tiempo de propagación desde la tierra es 270 msec. Las confirmaciones de recepción son siempre enviadas a caballito en los segmentos, los encabezados son muy cortos.

Números de secuencia de 8 bits son usados. ¿Cuál es la utilización máxima del canal para

1. parada y espera?
2. retroceso N?
3. repetición selectiva?

**Ayuda:** Usar: para retroceso N: el tamaño de la ventana emisora no puede superar MAX\_SEQ cuando hay MAX\_SEQ + 1 números de secuencia.

Usar para repetición selectiva: el tamaño de la ventana receptora es de (MAX\_SEQ + 1)/2.

Números de secuencia de 8b; o sea, llegan hasta 255 (MAX\_SEQ).

La ventana del emisor para retroceso N va a ser de 255 en el mejor caso; este es el máximo que puede tener una ventana porque el tamaño de la ventana del emisor no puede superar MAX\_SEQ .

Se puede usar ese máximo porque la distancia entre las máquinas es grande por tratarse de un satélite y los segmentos son chicos.

Para que ande bien la repetición selectiva el tamaño de la ventana receptora debe ser de (MAX\_SEQ + 1)/2. No podemos mandar más segmentos que esos por ciclo porque sino vamos a saturar al receptor. P.ej. el caso en que se pierde el primer segmento y se almacenan todos los otros.

La utilización del canal es:

$$L/R = 10000/10000000 = 1/1000 = 0,001$$

$$RTT = 270 * 2 = 540 \text{ ms} = 0,54 \text{ seg}$$

$$U = (k * L/R) / (L/R + RTT) = (k * 0,001) / (0,54 + 0,001) = k * (0,001/0,541)$$

Para parada y espera  $k = 1$ :

$$U = 0,0018, \text{ o sea, cercana al 2 por mil.}$$

Para retroceso N:

$$U = 255 * 0,0018 = 0,459. \quad \text{Casi 46\% de uso del canal en el mejor caso (sin perdida de segmentos)}$$

Para repetición selectiva:

$$K = (255 + 1)/2 = 128$$

$$U = 128 * 0,0018 = 0,23. \quad \text{Sería 23\% de uso del canal en el mejor caso.}$$

## Práctica 2:

**Ejercicio 5:** Supongamos que se usa el algoritmo de control de congestión TCP Reno. Inicialmente el umbral está fijado a 32KiB. Inicia la conexión y el algoritmo TCP Reno comienza a operar. Ocurren 10 rondas de transmisión antes de un timeout. Se pide:

- Mostrar el desempeño del algoritmo de TCP Reno desde el inicio (una vez iniciada la conexión) hasta 6 rondas de transmisión exitosas luego del timeout señalado. Asumir que el segmento máximo usado por la conexión es de 1 KiB de tamaño.

Es una variante del Reno pero usando timeout. El de clase detectaba congestión con 3 ack duplicados.

¿Cuántos segmentos de tamaño máximo se mandan por ronda?

Ronda 1: 1 segmento tamaño máximo

Ronda 2: 2 segmentos de tamaño máximo

Ronda 3: 4 segmentos de tamaño máximo

Ronda 4: 8 segmentos de tamaño máximo

Ronda 5: 16 segmentos de tamaño máximo

Ronda 6: 32 segmentos de tamaño máximo

Suponemos incrementos aditivos de 1.

Ronda 7: 33 segmentos de tamaño máximo

Ronda 8: 34 segmentos de tamaño máximo

Ronda 9: 35 segmentos de tamaño máximo

Ronda 10: ocurre timeout, hay que retransmitir segmento y esperar el ack de ese segmento.

Por cada ack que llega se manda un segmento.

Ronda 11: umbral de 17. 17 segmentos de tamaño máximo son enviados.

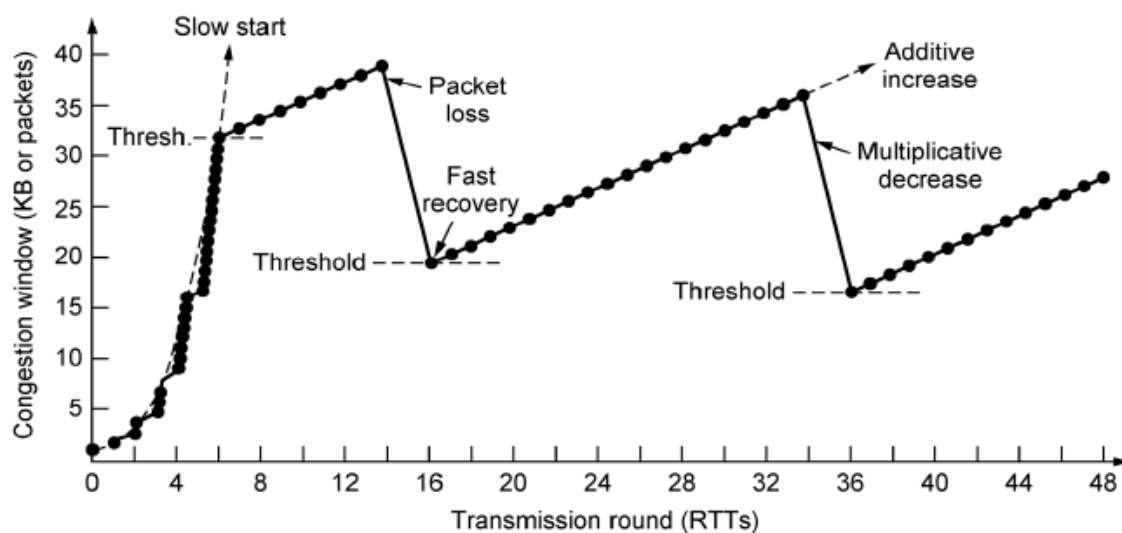
Ronda 12: 18 segmentos de tamaño máximo

Ronda 13: 19 segmentos de tamaño máximo

Ronda 14: 20

Ronda 15: 21

Ronda 16: 22



**Ejercicio 34:** ¿Cuál es la velocidad más rápida de una línea en la cual un host puede enviar cargas útiles de TCP de 1500 B con un tiempo de vida de paquete de 120 seg sin que los números de

secuencia den vuelta? Tomar en cuenta la sobrecarga de TCP, IP y Ethernet. Asumir que las tramas de Ethernet se pueden mandar continuamente.

**Ayuda:** ¿Cuántas tramas de 1500 B se pueden mandar por segundo? ¿Cuántos bits por segundo se pueden mandar como máximo contando la sobrecarga de encabezados para esas tramas – sobrecarga de Ethernet es de 26 B?

Cuántas tramas se pueden mandar por segundo sin hacer que los números de secuencia se repitan en un tiempo de vida de paquete.

Trama de 1500 B de datos = 12000 b

Espacio de secuencia es de  $2^{32}$  B, esto es lo máximo que puede mandarse de un emisor a un receptor.

No debería mandar más de  $2^{32}$  B por 120 seg

$2^{32}$ B ----- 120 seg

X ----- 1 seg

$X = 35791394$  B por segundo.

Eso da  $35791394 / 1600 = 22369$  tramas por segundo.

¿Cuántos bits por segundo se pueden mandar como máximo contando la sobrecarga de encabezados para esas tramas – sobrecarga de Ethernet es de 26 B?

Cada trama va a tener:

$1500 \text{ B} + 20 \text{ B (encabezado TCP)} + 20 \text{ B (encabezado IP)} + 26 \text{ B (por usar Ethernet)} = 1566 \text{ B}$

Por segundo se pueden mandar:  $22369 * 1566 * 8 = 280.238.832 \text{ b.}$

Tengo que mandar menos bps para no tener problema de duplicados retrasados.

280 Mbps bastarían

**Ejercicio 39:** Para resolver el problema de que los números de secuencia dan vuelta mientras que los paquetea anteriores aún existen se podrían usar números de secuencia de 64 bits. Sin embargo, teóricamente una fibra óptica puede correr a 75 Tbps. ¿Qué tiempo de vida máximo de paquete es requerido para asegurarse que redes futuras de 75 Tbps no tienen problemas de números de secuencia que den vuelta, incluso con números de secuencia de 64 bits? Asumir que cada byte tiene su propio número de secuencia como lo hace TCP.

**Ayuda:** ¿Cuántos números de secuencia se pueden consumir por segundo? ¿Cuántos segundos necesito para recorrer todo el espacio de secuencia y cuál es la respuesta al problema teniendo esta cifra en cuenta?

$75 \text{ 000000 000000} / 8 = 9375 \text{ 000000000}$  numeros de secuencia por segundo.

$9375 \text{ 000000000}$  ----- 1 seg

$2^{64}$  -----  $X = 1967652 \text{ seg} = 22,77 \text{ días}$  o sea 3 semanas.

X es el tiempo de vida de paquete.

**Ejercicio 32:** Si el RTT de TCP es actualmente de 30 mseg y las siguientes confirmaciones de recepción vienen luego de 26, 32 y 24 mseg respectivamente. ¿Cuál es la nueva estimación del RTT usando el algoritmo de Jacobson? Usar  $\alpha = 0,9$ .

$$\text{RTT} = \alpha \text{ RTT} + (1-\alpha) M,$$