

**Segundo Certamen (Tiempo: 90 min.)**

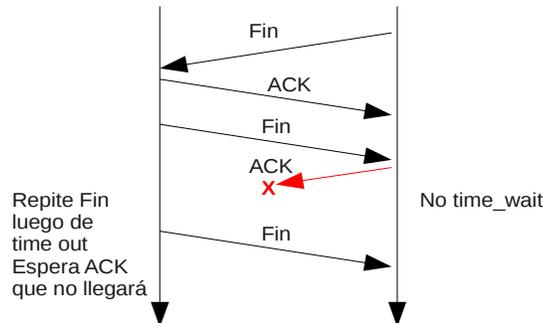
Si algo no está claro, haga una supuesto razonable, lo escribe y responde conforme a ello.

1.- (50 puntos) Responda en forma breve y clara:

- a) ¿Cuál es la función principal o propósito del control de flujo?  
Impedir que el transmisor envíe más datos que los que puede almacenar el receptor.
- b) La capa de red **no** ofrece garantías de: entrega de paquetes en orden, tasas de transferencia fija, llegada confiable de datos, y retardo acotado desde transmisión hasta recepción. ¿Cuáles de estos requerimientos son posibles de garantizar vía una programación adecuada de la capa de transporte?  
Entrega de paquetes en orden y llegada confiable de datos
- c) Un autodidacta de Internet dice “Como el campo *número de puerto* es de 16 bits, un servidor TCP no pueden atender más de  $2^{16}$  clientes simultáneamente.” ¿Está usted de acuerdo? Justifique.  
No es correcto. El rango para el número de puerto no limita el número de clientes conectados a un servidor. En general los clientes vienen desde distintas máquinas y el servidor creará un nuevo socket (no puerto) por cada cliente. Ciertamente hay un límite pero no está relacionado con el rango para los puertos pues todos los sockets usan único puerto en el servidor.
- d) Indique qué protocolo usa el tamaño de segmento máximo (MSS, Maximum Segment Size). ¿A qué corresponde?  
El MSS es usado por TCP. Corresponde al MTU (Maximum Transmission Unit) más pequeño en la ruta de la fuente al destino. Usando segmentos de tamaño MSS, TCP asegura que sus paquetes no serán fragmentados.
- e) ¿Por qué en la estimación de RTT, TCP omite la medición de SampleRTT de segmentos retransmitidos?  
Porque el segmento original podría no haberse perdido y su ACK sólo esté retrasado, luego al enviar la retransmisión, la llegada del ACK podría corresponder al ACK retrasado. La medición de SampleRTT sería errada en este caso; al no distinguir en qué caso estamos, TCP decide no considerar esa medición.
- f) ¿Cuál es el propósito de enviar ACK retardados en TCP?  
TCP envía ACK retardados para reducir el número de ACKs cuando el canal de receptor a transmisor no requiere enviar datos de regreso (recordar que cada conexión TCP es bidireccional). Retardar en envío de ACK permite mejorar la opción de enviar el ACK en un paquete de datos o enviar un ACK acumulado, mejorando el uso de los recursos de la red.
- g) A través de un ejemplo sencillo expliqué por qué un paquete UDP puede contener errores y aún así su suma de chequeo sea correcta.  
La suma es conmutativa, luego si el dato es del tipo: 0000000000000001 111111111111110 y llega algo del tipo 0000000000000000 1111111111111111 la suma será la misma.
- h) Cuando el transmisor de una conexión TCP está a punto de enviar un segmento con número de secuencia 773, recibe un acuse de recibo con numeración 123 y ventana de recepción 1300. ¿Cuántos bytes como máximo puede transportar el segmento que está a punto de enviar?

Los bytes 123 hasta 772 inclusive (650 bytes) están en tránsito para el valor de ventana de recepción 1300. Es así como podemos asegurar que el receptor podrá almacenar  $1300 - 650 = 650$  bytes, éste es el número máximos de bytes a transportar en el próximo segmento.

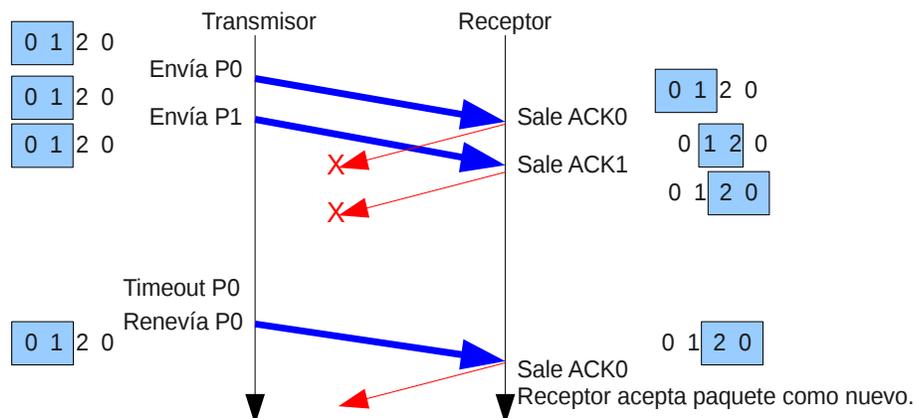
- i) En una conexión TCP uno de los extremos espera un tiempo (time\_wait) luego de enviar su último segmento. Usando un diagrama temporal de intercambio de mensajes muestre y explique el problema que se presentaría si se decidiera no esperar ese time\_wait. Varias situaciones inconvenientes pueden ocurrir, una de ellas se muestra abajo.

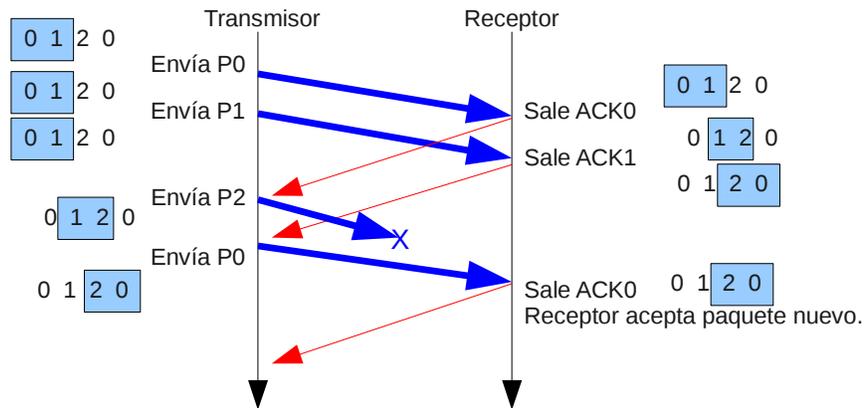


- j) ¿Cuándo se genera una retransmisión rápida en TCP?  
Cuando se recibe un tercer ACK duplicado.

2.- (25 puntos) En un diagrama con ejes del tiempo hacia abajo (uno para el transmisor y otro para el receptor), muestre un intercambio de mensajes entre un transmisor y un receptor que usen protocolo "Selective Repeat" con 3 números de secuencia posibles, pero que, por superar en una unidad el tamaño de ventana máximo, se genere una situación ambigua.

Si tenemos tres números de secuencias, ellos pueden ser 0,1, y 2. Selective repeat en este caso permite ventan de hasta 1 paquete ( $w \leq 3/2 = 1,5$ ). Luego con ventana  $w=2$  ya no se cumple la condición. La dificultad es que el receptor no puede distinguir entre las dos situaciones siguientes y dato que el paquete 0 que llega está dentro de su ventana de recepción, en ambos casos lo acepta. La primera situación conduce a almacenar un duplicado como si fuera paquete nuevo. En la segunda situación se almacena correctamente un paquete nuevo.



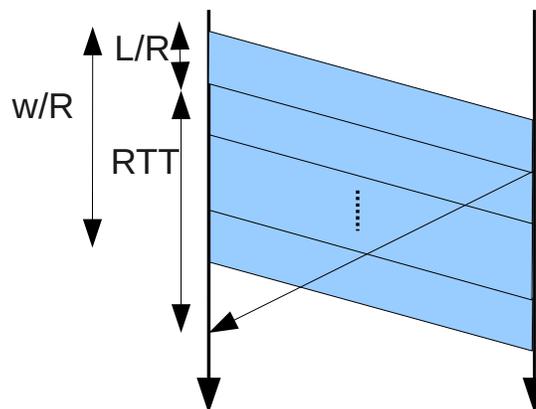


3.- Conforme la tecnología avanza, la capacidad de transmisión (bits por segundo) de los enlaces nuevos es cada vez mayor . Por otro lado los protocolos tienen encabezados difíciles de cambiar.

Considere un protocolo del tipo Go-Back-N con campo para el número de secuencia de 16 bits y tamaño de paquete máximo, L, de 1500 bytes (incluido encabezado).

- a) Determine una expresión para la utilización máxima del canal en función de RTT y la capacidad del canal R (bits por segundo).
- b) ¿Para qué capacidad de transmisión del canal se consigue una utilización del 75% cuando el RTT es de 200 [ms]?
- c) ¿Qué utilización se consigue cuando RTT es 200 [ms] y el canal es de 100 Mbps (100 Mega bits por segundo)?

La situación de esta pregunta se puede esquematar como:



En Go-Back-N la ventan puede crecer hasta  $2^{16} - 1$ . Para un RTT y tamaño de paquete dados, el número de paquetes en tránsito hasta la llegada del primer ACK aumentará conforme aumentamos la capacidad del canal. Otra forma de decirlo es el tiempo de transmisión de un paquete se reduce conforme aumentamos la capacidad el transmisión, luego más paquetes pueden ser transmitidos hasta que llegue el primer acuse de recibo. Es así como para muy alta capacidad de transmisión, el transmisor enviará todos los paquetes permitidos por su ventana de transmisión máxima y deberá esperar sin transmitir por la llegada del primer ACK. Esta situación genera utilización del canal menor a 100%. Cuando la capacidad de transmisión del

canal baja, llega un momento donde el transmisor no envía toda su ventana y llega el ACK, en este punto tendremos 100% de utilización del canal; es decir, el transmisor nunca deja el canal sin usar esperando por ACK. Posteriores reducciones de la tasa no aumentan la utilización del canal (no puede ser mayor a 100%), sólo reduce el número de paquetes de la venta que están en tránsito (nunca se ocupa todo el rango de la ventana).

a) Para tasas muy altas; es decir, cuando la ventana en efecto se transmite completa y aún no llega el ACK, la Utilización será:

$$U = \frac{\frac{w}{R}}{RTT + \frac{L}{R}} = \frac{w}{R * RTT + L} = \frac{(2^{16} - 1) * L}{R * RTT + L}$$

Nota: Considerando un tamaño de paquete L y una ventana w fijos, esta expresión es válida mientras la ventana w logra ser enviada antes de la llegada del primer ACK. Al usar el tamaño de ventana máximo, esta expresión es válida para:

$$\frac{w}{R * RTT + L} = \frac{(2^{16} - 1) * L}{R * RTT + L} \leq 1 \quad \text{o} \quad R * RTT \geq L * (2^{16} - 2) = 786408000 \text{ bits} \approx 786 \text{ M bits}$$

Para valores de  $RTT * R$  inferiores a  $\sim 786 \text{ M bits}$ , no lograremos tener en tránsito todos los números de secuencia posibles porque antes recibiremos el ACK del más antiguo y se alcanzará utilización máxima 1 ó 100%. Valores inferiores de R no aumentan Utilización sólo harán uso de menor cantidad de números de secuencia en tránsito (la ventana nunca se ocupará en toda su capacidad).

$$b) \quad R * RTT + L = \frac{(2^{16} - 1) * L}{U}$$

$$R = \frac{\frac{(2^{16} - 1) * L}{U} - L}{RTT} = \frac{65535 * 1500 * 8 * 4/3 - 1500 * 8}{200 * 10^{-3}} = 5242740000 \approx 5.2 \text{ Gbps}$$

c)

$$\text{Número de paquetes entránsito hasta llegada de ACK} = \frac{RTT}{\frac{L}{R}} = \frac{200 * 10^{-3} [s]}{\left(\frac{1500 * 8}{100 * 10^6}\right) [s]} = \frac{200 * 10^{-3}}{120 * 10^{-6}} \approx 1700 \text{ paquetes}$$

Es así como la ventana no se ocupa totalmente, luego no hay espera ociosa por ACK y la utilización del canal es 100%.

Otra forma de verlo es:

Cuando el canal tiene capacidad de 100 Mbps y  $RTT = 200$  [ms], el producto  $R * RTT = 20000 \text{ k bits} = 20 \text{ M bits} \ll 786 \text{ M bits}$ , luego a esa capacidad se consigue 100% de utilización y no se ocupa toda la extensión de la ventana con paquetes en tránsito.