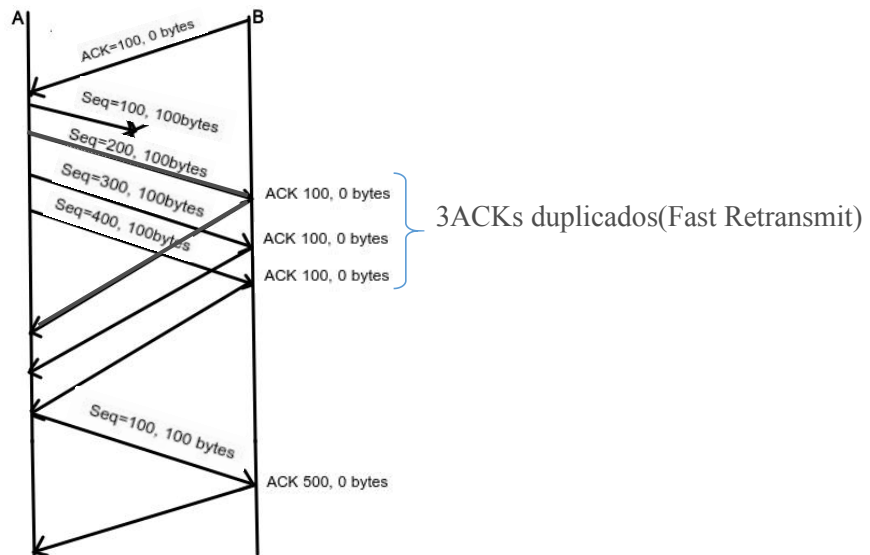


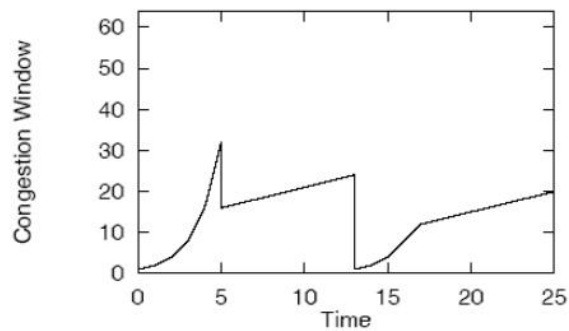
1. Os processos A e B estabeleceram uma ligação TCP. A figura seguinte representa um diagrama temporal de envio de alguns segmentos TCP entre A e B. No instante anterior ao nosso cenário, A recebeu de B o segmento ( $ACK=100$ , 0 bytes de dados) e pretende transmitir mais 400 bytes de informação.
  - a) Quantos segmentos tipo *acknowledgement* são transmitidos de B para A em resposta a cada um dos segmentos recebidos por B. Indique quais os valores dos campos  $ACK$  de cada um dos segmentos.
  - b) Considere que, após A ter recebido todos os segmentos transmitidos em a), A retransmite o segmento ( $Seq=100$ , 100 bytes). B recebe este segmento e envia um segmento tipo *acknowledgment*. Indique qual o valor do campo  $ACK$  desse segmento.



O emissor envia normalmente vários segmentos seguidos. No caso de algum deles se perder vai haver vários ACKs duplicados.

Se o emissor recebe três ACKs duplicados supõe que o segmento respetivo foi perdido de retransmiti-o (Fast Retransmit e Fast Recovery)

2. Considere o registo de tamanho da janela de congestão TCP mostrada na Figura abaixo:



- a) Atribua uma designação e descreva o comportamento até ao instante de tempo 5, de 5 a 13, de 13 a 17 e de 17 em diante.

$t=[0,5]$  -> slow start (aumenta exponencialmente)

$[5,13]$  -> congestion avoidance (linear)

$[13,17]$  -> slow start

$[17,...]$  -> congestion avoidance

- b) O que poderá ter acontecido nos instantes 5, 13 e 17? Justifique.

$$W = 30/5 = 6;$$

$$ACKs = W/2 = 6/2 = 3$$

$t=5$  -> ocorreu uma perda, 3 ACKs duplicados, janela diminui para metade.

$t=13$  -> ocorreu timeout, uma vez que  $cwnd=1$ .

$t=17$  ->  $cwnd \geq ssthresh$ , transita da fase slow start para a fase congestion avoidance

3. Suponha que uma aplicação no computador A estabelece uma ligação TCP com uma aplicação no computador B para receber o conteúdo de um ficheiro. O ficheiro tem 8 000 bytes, tendo os segmentos TCP uma dimensão máxima de  $S = 500$  bytes. Os computadores estão ligados por uma linha com débito  $R = 4$  Mbps, com um atraso de ida e volta de  $RTT = 4$  ms, onde não ocorrem erros nem perdas. Considere que todos os cabeçalhos, bem como os pacotes de pedido de ligação e confirmação de ligação, têm dimensão desprezável.

- a) Qual a dimensão mínima da janela do emissor, em número de segmentos, para que a transmissão seja contínua?

$L = 8000$  bytes

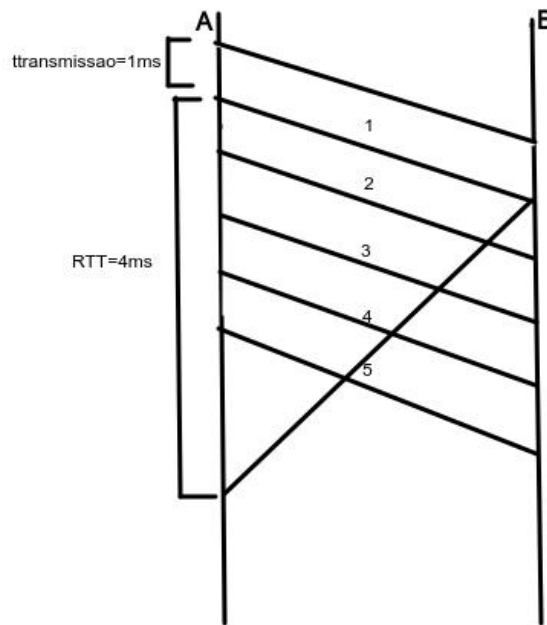
$S = 500$  bytes

$R = 4$  Mbps

$RTT = 4$  ms

Número de segmentos =  $8000/500 = 16$

$$tempo_{transmissao} = \frac{S}{R} = \frac{500 \times 8 \text{ bits}}{4 \times 10^6 \text{ bps}} = 1 \text{ ms}$$



$W=5$ (janela mínima)

- b) Admita que a janela TCP de emissão é apenas limitada pelos mecanismos de controlo de congestionamento, isto é, o mecanismo de controlo de fluxo não intervém (os *buffers* na recepção são ilimitados). Admita que o TCP utilizado é uma versão experimental, em que apenas existe a fase de arranque lento ("slow-start") (ou seja, a janela de congestão cresce indefinidamente) e que nesta implementação do TCP é enviado imediatamente um ACK por cada segmento recebido. Ilustrando a comunicação entre o computador A e o computador B com um diagrama temporal, determine o tempo necessário para o computador A receber o ficheiro (intervalo de tempo desde que a ligação é estabelecida até que recebe completamente todos os bytes do ficheiro).